

MANUSIA HIDUP LESTARI *melalui* ETIKA PANGAN

Editor:

Agustinus Ryadi

Kontributor:

Indah Eprillati & Indah Kuswardani



PENERBIT PT KANISIUS



**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA
MANDALA SURABAYA**

Manusia Hidup Lestari Melalui Etika Pangan

1016003095

© 2016 - PT Kanisius

Buku ini diterbitkan atas kerja sama

PENERBIT PT KANISIUS (Anggota IKAPI)

Jl. Cempaka 9, Deresan, Caturtunggal, Depok, Sleman,

Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, INDONESIA

Telepon (0274) 588783, 565996; Fax (0274) 563349

E-mail : office@kanisiusmedia.com

Website : www.kanisiusmedia.com

dan

Fakultas Filsafat

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Jl. Raya Kalisari Selatan no.1, Pakuwon City-Surabaya

Cetakan ke-	3	2	1
Tahun	18	17	16

Desain isi : Oktavianus

Sampul : Joko Sutrisno

ISBN 978-979-21-5092-6

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Dicetak oleh PT Kanisius Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Judul buku ini mengingatkan saya akan Victor Frankl, seorang ahli filsafat sekaligus psikiater dan ahli psikologi. Ia diberi julukan nabi yang mewartakan makna hidup. Dalam salah satu bukunya ia menulis,

“Pada suatu hari seorang guru fisika di sebuah sekolah menengah menerangkan kepada siswanya bahwa hidup manusia tidak lain adalah proses pembakaran. Mendengar keterangan sang guru itu, seorang siswa secara spontan melontarkan suatu pertanyaan tajam yang bernada menggugat, “Kalau begitu, lalu apa artinya hidup manusia di dunia ini?”¹.

Ia menjelaskan bahwa keinginan akan makna adalah keinginan yang paling utama manusia yang semakin menguat pada masa remaja. Apalagi, ia melibatkan dirinya secara langsung pada persoalan yang menyangkut makna hidup dalam wujudnya yang konkret di kamp konsentrasi.

Judul buku ini *Manusia Hidup Lestari melalui Etika Pangan* merupakan keyakinan kami, para penulis. Kami berkeyakinan bahwa etika membantu manusia, sebagai makhluk yang berpikir dapat mempertanggungjawabkan sikap-sikapnya terhadap permasalahan baru yang berkaitan dengan pangan. Ia tidak menemukan dan menentukan sikap praktisnya sendiri, melainkan dalam memberi penilaian terhadap segi normatif dalam pengalamannya itu. Manusia zaman sekarang mengetahui banyak hal mengenai pangan, tetapi kualitas pengetahuan akan pangan tidak selalu terjamin.

Judul buku ini *Manusia Hidup Lestari melalui Etika Pangan* memiliki tujuan ganda, yakni merenungkan kehidupan manusia yang menjauhkan diri dari etika pangan, sekaligus menyapa para ilmuwan supaya meletakkan kembali ilmunya dalam konteks yang mendasar,

¹ E. Koeswara, *Logoterapi: Psikoterapi Viktor Frankl*, Kanisius, Yogyakarta, 1992, hlm.11.

yakni filsafat (*Philosophia est mater scientiarum*). Penyunting menghargai kehendak baik kedua rekan dosen Fakultas Teknologi Pangan UKWMS untuk menulis bersama dalam wujud sebuah buku.

Teknologi pangan pada hakikatnya adalah jasa pangan demi kepentingan manusia. Informasi ini tidak identik dengan “pengetahuan”, karena pengetahuan tersebut tenggelam dalam informasi yang menggunakan angka ketimbang uraian filosofis, yang mengarah ke makna dan standar etika berbisnis (melibatkan produsen dan konsumen pangan).

Saya, sebagai penyunting, meletakkan etika pangan dalam kerangka yang mendasar, yakni hakikat kehidupan manusia. Menyadari bahwa kehidupan mengandung unsur dinamika dan gerak, maka manusia tidak dapat lepas dari etika. Etika di sini bukanlah hanya “melakukan sesuatu dengan benar”, melainkan merupakan pendekatan sistematis untuk menentukan “cara yang benar dalam bertindak”. Oleh sebab itu, saya menulis prolog mengenai hakikat kehidupan manusia lestari (Prolog Pertama) dan etika pangan (Prolog Kedua).

Mengapa kata “prolog” dan “epilog” digunakan dan mengapa ada dua prolog? Buku ini ibarat suatu peristiwa “menghimpun”², dari “kekacauan” perbedaan yang dapat diidentifikasi sebagai satu. Oleh sebab itu Herakleitos mengatakan, siapa yang mendengarkan *logos* (universal) akan mengakui bahwa semua hal adalah satu. Tujuan dua prolog ini adalah mempersiapkan pikiran pembaca agar ia dapat mengikuti ketiga bagian buku ini.

Buku ini dibagi menjadi tiga bagian besar, yakni pertama, kajian kasus-kasus “kriminalisasi” pangan. Kedua, upaya apa saja untuk melampaui kasus-kasus pangan. Ketiga, sistem organisasi, pengawasan, dan pengendalian yang menjadi kontribusi buku ini.

² Adapun kata “prolog” terdiri atas *pro* dan *logos* dan berasal dari kata Yunani *legein*, “menghimpun”. Kata *logos* adalah sangat terkait erat dengan rasionalitas. *Logos* pun dapat berarti “kata”, sesuatu yang merumuskan benda atau laku yang beraneka ragam sebagai satu acuan. *Logos* menyusun alur dan struktur cerita dalam prosa, mengatur argumentasi dalam diskursus.

Akhirnya, penyunting memberi epilog³ yang merupakan kritik terhadap etika pangan.

Tulisan-tulisan dari dosen Fakultas Filsafat dan dosen-dosen Fakultas Teknologi Pangan UKWMS diolah kembali untuk diterbitkan agar dapat menjangkau pembaca yang lebih luas. Saya menyampaikan terima kasih kepada kedua kolega, Indah Epriliati, PhD & Ir. Indah Kuswardani, MP., yang telah memberikan kontribusi penuh dan bekerja sama untuk buku ini. Saya menyampaikan terima kasih juga kepada sdr. Adven Sarbani, yang telah membaca dan mengoreksi bahasa buku ini. Ucapan terima kasih juga saya arahkan kepada sdr. Thomas Luis Prabowo, Kepala Kantor Pemasaran PT Kanisius – Surabaya, yang telah memungkinkan penerbitan buku ini.

Surabaya, 10 Oktober 2016

Agustinus Ryadi

³ Kata “epilog” terdiri atas kata Yunani *epi* (pada/di atas) dan *logos* (sabda, buah pikiran yang diungkapkan dalam perkataan, pertimbangan nalar atau arti). Bagian penutup pada buku ini menyampaikan kritik terhadap etika pangan yang mendasarkan diri pada prinsip-prinsip.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii
PROLOG I Hakikat Kehidupan Manusia Lestari.....	1
Agustinus Ryadi	
PROLOG II Etika Pangan.....	23
Agustinus Ryadi	
BAGIAN I Kajian Kasus-kasus “Kriminalisasi” Pangan.....	51
Indah Epriliati & Agustinus Ryadi	
BAGIAN II Upaya Melampaui Kasus-Kasus Pangan.....	135
Indah Epriliati & Indah Kuswardani	
BAGIAN III Sistem Organisasi Pengawasan dan Pengendalian..	193
Indah Epriliati dan Indah Kuswardani	
EPILOG Kritik Terhadap Etika Pangan	233
Agustinus Ryadi	
Lampiran.....	243
Indeks.....	271
Riwayat Hidup Penulis.....	275

B A G I A N I

Kajian Kasus-kasus "Kriminalisasi" Pangan

Indah Epriliati & Agustinus Ryadi

Kasus-kasus dalam buku ini diseleksi dan dibatasi pada kejadian menarik masyarakat umum dan masih menjadi pembicaraan hangat. Bagian pertama buku ini mengangkat istilah "kriminalisasi" karena sengaja atau tidak sengaja pihak-pihak yang berkarya di bidang jasa boga dan atau perdagangan makanan dapat membahayakan manusia, bahkan sampai memberikan risiko kematian, sehingga dapat disebut sebagai tindakan kriminal.

Informasi mengenai beberapa sifat bahan kimia yang didiskusikan dalam buku ini diharapkan dapat memberikan pencerahan bagi pembaca, sehingga dapat menumbuhkan kesadaran terhadap perilaku berbahaya, berkaitan dengan pangan yang dapat mematikan manusia. Kasus yang dibahas meliputi: penyalahgunaan melamin dalam produksi susu formula; penyalahgunaan boraks dan formalin untuk produksi berbagai jenis makanan, serta penggunaan produk makanan yang memanfaatkan sebagai pembawa bahan narkotika. Penyalahgunaan itu dapat dilatarbelakangi oleh adanya ketidakhahaman, keculasan, dan kecurangan demi alasan ekonomi semata. Kasus berikutnya adalah kasus kejadian luar biasa akibat praktik jasa boga yang tidak peduli terhadap kebersihan lingkungan (sanitasi) dan individu (*hiegiene*).

1. Kasus Susu Melamin

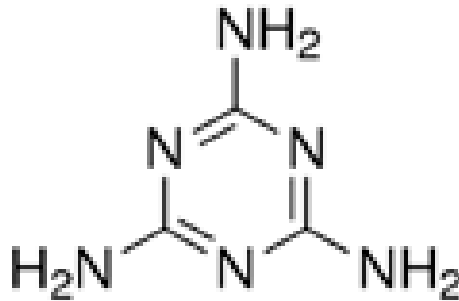
1.1. Pengertian Melamin

Melamin secara kimia dibuat dari pemanasan bertekanan terhadap senyawa “disiandiamida” yang telah mendapat paten US 2737513. Metode lain pembuatan melamin dengan menggunakan urea sebagai bahan awal. Metode ini telah dipatenkan pada nomor paten US 2760961, US 3111519. Zat ini memiliki suhu pelelehan < 250°C dan dapat mengalami sublimasi. Tingkat kelarutan melamin dalam air sangat rendah, demikian juga dalam alkohol panas, tetapi tidak larut di dalam ether. Susunan molekul melamin digambarkan pada Gambar 1 sebagai 1,3,5-triazine-2,4,6-triamine atau 2,4,6-triamino-s-triazine. Penggunaannya adalah sebagai senyawa non-medis bersama formaldehid membentuk resin sintesis¹²⁶ dan telah terdaftar pada *Chemical Abstract Services* (CAS no. 108-78-1), suatu lembaga yang dipercaya secara internasional dalam menginventarisasi dan mendokumentasikan data ilmiah serta seluk-beluk mengenai bahan kimia.

Struktur molekul melamin tersusun dari banyak atom nitrogen. Nitrogen juga merupakan atom yang memberikan struktur protein di dalam produk pangan tinggi protein seperti susu. Protein dalam ilmu gizi berfungsi sebagai zat pembangun dalam tubuh, membentuk berbagai macam jaringan seperti otot, otak, mata, pembuluh darah, sel darah merah, dan lain-lain. Perbedaan protein dari melamin sebenarnya sangat jelas dari jenis ikatan kimia yang dimiliki. Tetapi karena metode utama penentuan protein di dalam bahan adalah metode Kjeldahl, yang memiliki prinsip hanya mengukur jumlah total nitrogen, maka perbedaan protein dan melamin masuk dalam suatu jebakan. Artinya, hasil uji dapat memberikan hasil *false positif*, yaitu hasil di mana seolah-olah kadar protein suatu bahan tinggi berdasarkan total nitrogennya, tetapi sebenarnya nitrogen yang terukur bukan nitrogen yang dapat digunakan oleh tubuh. Hal yang sangat penting ditekankan dalam mengajarkan metode Kjeldahl

¹²⁶ O'Neil *et al.*, (2001).

adalah bahwa tidak semua nitrogen yang terukur merupakan bagian dari protein. Pengetahuan analisis akan kemungkinan bahan lain yang mengandung nitrogen, tetapi bukan dalam bentuk protein, dapat mencegah kesalahan ini.



Sumber: Sigma Aldrich

Gambar 1. Struktur kimia Melamin $C_3H_6N_6$ 126,12 g/mol; CAS no. 108-78-1 (sinonim: 1,3,5-triazine-2,4,6-triamine)

1.2. Melamin dalam Tubuh

Melamin mengandung unsur nitrogen tetapi bukan protein. Sampai sekarang masih terdapat dilema pengaruh melamin dalam tubuh manusia. Kasus susu mengandung melamin pada ternak tahun 2007 dan pada manusia tahun 2008 membuat penelitian semakin intensif terhadap mekanisme keracunan melamin dan dampak buruk terhadap kesehatan. Pengujian terhadap binatang selama ini menjadi rujukan dalam menetapkan batas keamanan melamin untuk manusia.

United States Food and Drug Administration (FDA) menyebutkan bahwa efek melamin yang mengontaminasi makanan di atas ambang yang diizinkan dapat mengakibatkan risiko batu ginjal, gagal ginjal, dan kematian. Keracunan melamin ditandai oleh iritasi, yakni terdapat darah di dalam urin, tidak dapat kencing dengan baik, tanda-tanda infeksi ginjal, dan tekanan darah yang tinggi (hipertensi).

Melamin mengandung nitrogen di dalam struktur molekulnya. Sementara itu, pengujian kadar protein dalam analisis bahan sering

menggunakan metode Kjeldahl. Dalam metode ini, protein diestimasi berdasarkan kandungan total nitrogen. Kelemahan dari metode ini adalah tidak membedakan nitrogen yang terukur berasal dari senyawa protein atau bukan protein. Akibatnya, pengujian kadar total nitrogen yang digunakan sebagai ukuran kadar protein dalam bahan, melalui metode analisis protein menurut Kjeldahl, akan tinggi.

Tubuh manusia tidak mampu melakukan fiksasi nitrogen dari nitrogen bebas, misalnya manusia bereaksi toksis terhadap ammonia (dapat memasok nitrogen, NH_3). Manusia mencukupi kebutuhan nitrogen melalui makanan, yaitu nitrogen dalam bentuk peptida atau protein atau asam amino, yaitu ketika nitrogen tidak dalam keadaan bebas melainkan telah terikat dalam senyawa bersama atom karbon, hidrogen, dan oksigen; maka nitrogen tidak membahayakan manusia. Penelitian lanjut menunjukkan melamin, asam urat, atau asam sianurat secara sendiri-sendiri tidak menimbulkan batu ginjal, tetapi keberadaan salah satu dari pasangan ini, melamin-asam sianurat atau melamin-asam urat, menyebabkan pembentukan kristal pada pangkal (distal) tubula ginjal, diamati oleh beberapa kelompok riset secara *in vivo* menggunakan hewan coba¹²⁷ tidak seperti kristal batu oksalat yang umum terjadi pada bagian ujung (proksimal) tubula ginjal¹²⁸.

Menurut Lopez dan Quereda (2011)¹²⁹ deteksi batu kristal melamin-asam urat atau sejenisnya (sianurat) sulit dilakukan dengan penyinaran gelombang radiologi (rontgen), dan mungkin tidak terdeteksi dengan foto rontgen abdominal biasa. Hal ini sering menyulitkan, jika pendiagnosa tidak menyadari kemungkinan kristal melamin-asam urat. Deteksi kristal melamin-asam urat lebih tepat dilakukan dengan ultrasonografi atau tomografi sistem komputerisasi.

Percobaan pada binatang sebagai model menunjukkan bahwa melamin tidak dimetabolisme di dalam tubuh, tetapi dengan segera disekresikan melalui urin¹³⁰. Lebih dari 90% melamin disekresikan

¹²⁷ Puschner *et al.* (2007); Dobson *et al.* (2008); Bhalla *et al.* (2009); Park *et al.* (2011); Lee *et al.* (2011).

¹²⁸ Bhalla *et al.* (2009).

¹²⁹ Lopez dan Quereda (2011).

¹³⁰ Hau *et al.* (2009).

dalam 24 jam setelah konsumsi, dan percobaan menunjukkan model terbaik reaksi tubuh dalam menanggapi zat yang tidak dapat dimetabolisme adalah pembersihan melamin dari ginjal kira-kira 27 mL/menit. Ini merupakan beban kerja tinggi untuk ginjal pada orang yang keracunan melamin. Percobaan menggunakan tikus (*rat*) selama dua tahun tentang pengaruh melamin saja tidak menyebabkan kerusakan ginjal, yang seperti jika ada reaksi dengan asam urat¹³¹. Struktur ginjal mengalami perubahan berupa lesi (pembengkakan) pada korteks dan medulla setelah minggu ke-13, dan selama 2 tahun berkembang menjadi luka (*scar*). Hal ini mendukung peran keberadaan asam sianurat atau urat sebagai faktor krusial untuk pembentukan kristal sperulit/batu pada ginjal.

Lebih lanjut penelitian *in vivo* membandingkan melamin dan senyawa turunannya serta campuran melamin+asam sianurat. Data menunjukkan perbedaan nyata sebagai berikut. Berat sepasang ginjal tertinggi sebesar $3,61 \pm 0,68$ g jika melamin diberikan sebagai campuran senyawa melamin dan asam sianurat dibandingkan dengan jika diberikan sebagai senyawa tunggal ($1,87-2,62$ g); kreatinin dalam serum sebesar $3,82 \pm 2,10$ mg/dL dibandingkan dengan $0,5-1,57$ mg/dL; serta keratinin tercuci (*clearance*) sebesar $8,50 \pm 5,31$ mL/jam (paling rendah) dibandingkan dengan $46,52-95,40$ mL/jam¹³². Jadi, benar bahwa melamin saja dapat tercuci oleh ginjal dengan baik, tetapi jika melamin dikonsumsi dengan keberadaan asam sianurat/asam urat kemampuan ginjal mencuci menurun tajam dan yang tertinggal di dalam serum lebih besar. Angka berat sepasang ginjal tertinggi urutan kedua diperoleh dari percobaan menggunakan senyawa campuran melamin dengan turunannya, tetapi nilai keratin tercuci yang dihasilkan terkecil urutan kedua. Dalam hal ini tampak sekali bahwa campuran melamin dan asam sianurat merupakan campuran yang sangat kuat sebagai penyebab gagal ginjal dibandingkan senyawa atau campuran senyawa melamin dan turunannya. Peningkatan pemblokiran saluran tubula ginjal

¹³¹ Hard *et al.* (2009).

¹³² Dobson *et al.* (2008).

berbanding terbalik dengan kemampuan ginjal untuk melakukan pencucian keratinin. Dalam percobaan ini dilaporkan juga pH urin menurun. Belum diketahui mekanisme penurunan pH urin dalam kaitan ini karena melamin tidak dimetabolisme.

Ditinjau dari sifat kelarutannya senyawa melamin memiliki kelarutan dalam air 3,24 g/L dan asam sianurat 2 g/L jauh di atas kelarutan senyawa turunan melamin lainnya atau gabungan kedua molekul tersebut (maksimum 75 mg/L) (data dari *Syracuse Research Corp. Physical Properties Database, available as part of the National Library of Medicine's ChemID Plus program*¹³³). Dan data pKa (tetapan disosiasi) melamin dan asam sianurat berturut-turut adalah 5 dan 6,9. Dari penelitian tersebut Dobson¹³⁴ menyimpulkan bahwa kerusakan ginjal semata akibat pemblokiran tubular ginjal secara fisik bukan karena toksisitas. Selanjutnya, kadar senyawa-senyawa tersebut di dalam jaringan organ selain ginjal juga ditemukan, tetapi kristal hanya ditemukan di dalam tubula ginjal, sehingga dihipotesakan bahwa hal ini terjadi akibat pemekatan selama osmosis air urin dibebaskan ke kandung kemih, sehingga konsentrasi kritis pembentukan kristal tercapai di tubula ginjal. Seperti dijelaskan sebelumnya, pendeteksian gabungan melamin dan sianurat tidak dapat dilakukan dengan metode diagnose rutin. Dobson¹³⁵ menekankan tantangan yang jelas bagi bidang kedokteran yang mengandalkan prosedur rutin diagnosis analisis risiko tradisional.

Kristal yang ditemukan menyebabkan ginjal memiliki endapan kuning-coklat pada anjing¹³⁶, tikus¹³⁷, kucing¹³⁸, serta babi¹³⁹. Pengamatan lanjut menunjukkan endapan tersebut merupakan kristal dalam jumlah banyak dan berukuran besar, sehingga dapat memblokir aliran tubular ginjal. Akhirnya, ginjal mengalami oedema

¹³³ Dobson *et al.* (2008).

¹³⁴ Dobson *et al.* (2008).

¹³⁵ Dobson *et al.* (2008).

¹³⁶ Dobson *et al.* (2008).

¹³⁷ Dobson *et al.* (2008); Park *et al.* (2011).

¹³⁸ Puschner *et al.* 2007; Dobson *et al.* (2008).

¹³⁹ Lee *et al.* (2011).

karena cairan tidak dapat lolos dari penyaringan untuk dialirkan ke kandung kemih. Dobson¹⁴⁰ juga mengukur kadar melamin dan asam sianurat di dalam jaringan ginjal sebesar 3–21 mg/g jaringan basah dari organ kucing dan 2–3 mg/g dari jaringan tikus.

Melamin bereaksi dengan asam sianurat (s-triazine-2,4,6-triol) di dalam tubuh, membentuk batu ginjal. Di antara peneliti, Reimschuessel dan Puscher¹⁴¹ menyangkal pernyataan Skineer¹⁴² bahwa yang terbentuk di dalam ginjal bukan batu tetapi kristal spherulet, namun banyak peneliti lain tetap menyatakan batu ginjal. *Outbreak* batu ginjal terjadi pada hewan piaraan kucing dan anjing di Amerika Utara pada tahun 2007. Asam sianurat memiliki kemiripan struktur molekul dengan melamin sehingga seperti membentuk polimer dan menghasilkan wujud kristal. Asam sianurat merupakan hasil samping yang menjadi pengotor pada sintesis melamin.

Percobaan yang dirangkum dari berbagai penelitian oleh Hau¹⁴³ menyimpulkan bahwa secara meyakinkan melamin dan asam sianurat benar menghasilkan kristal dan menimbulkan problem kesehatan ginjal, karena ditemukan kristal-kristal pada analisis mikroskopis jaringan ginjal hewan coba kucing dan anjing. Kerusakan utama terjadi pada parenkim ginjal dan distribusi melamin di dalam tubuh tidak ke seluruh organ. Jadi, beban terbesar keracunan melamin adalah pada ginjal, sebagai upaya pengeluaran zat asing yang tidak diperlukan tubuh.

Berdasarkan data pada binatang coba, perhitungan batas aman bahan pangan terkontaminasi dengan melamin adalah 0,63 mg/kg berat badan/hari atau 2,5 ppm dalam pangan¹⁴⁴. Berdasarkan hal ini di US ditetapkan dasar batas toleransi balita adalah 1 ppm, sedang negara lain seperti Kanada atau WHO dan badan keamanan pangan Eropa menetapkan toleransi harian 0,2–0,5 mg/kg berat badan/hari

¹⁴⁰ Dobson *et al.* (2008).

¹⁴¹ Reimschuessel dan Puscher (2010).

¹⁴² Skineer *et al.* (2010).

¹⁴³ Hau *et al.* (2009).

¹⁴⁴ Skinner *et al.* (2010).

dan batas toleransi 0,5 ppm pangan¹⁴⁵. Penetapan batas kadar yang dapat ditoleransi seharusnya lebih rendah daripada hasil percobaan, meskipun pada kadar 0,63 mg/kg tersebut tikus yang menjadi binatang coba tidak menunjukkan tanda-tanda keracunan ginjal.

Skinner *et al.* (2010)¹⁴⁶ melakukan review literatur mendapatkan bahwa balita dalam metabolismenya menghasilkan asam urat yang memiliki struktur kimia mirip dengan asam sianurat dan melamin. Akibatnya, meskipun tidak ada ikutan asam sianurat, bayi dapat membentuk kristal di dalam ginjal, jika terdapat kontaminasi melamin di dalam susu formula yang diminum, karena keberadaan endogenus asam urat pada bayi, atau manusia secara umum yang berbeda dari hewan coba pada penelitian *in vivo*.

1.3. Penipuan Protein Susu

Kasus di China pada tahun 2008 telah menelan korban jiwa meninggal dunia sebanyak empat orang bayi. Sampai berita diturunkan tercatat sekitar 13.000 bayi dalam perawatan¹⁴⁷. Pada akhir kerja tim WHO dan organisasi dunia terkait, dilaporkan enam bayi meninggal¹⁴⁸. Sementara itu, investigasi pada kasus pemalsuan protein susu di China mendapatkan kadar melamin pada tingkat melebihi batas aman yang ditetapkan oleh FDA yaitu, sebanyak lebih dari seribu kali¹⁴⁹.

Kasus ini meluas ke pemasok bahan susu formula di berbagai Negara, termasuk bahan susu formula yang diimpor oleh perusahaan di Indonesia. Sebagai tindak lanjut, seluruh produk terkait dengan perusahaan-perusahaan pemasok yang ditemukan positif mengandung melamin pada produknya dan juga produk susu formula terkait,

¹⁴⁵ Skinner *et al.* (2010).

¹⁴⁶ Skinner *et al.* (2010).

¹⁴⁷ KOMPAS, 26/9/2008.

¹⁴⁸ Bhalla *et al.* (2009).

¹⁴⁹ Bhalla *et al.* (2009). Mengapa orang sengaja melakukan ini kemungkinan besar karena mengambil ilmu pengetahuan sepihak dan sepotong. Melamin saja tidak menunjukkan pembentukan kristal. Demikian juga asam sianurat saja. Ketika bersama, ditemukan membentuk kristal. Mekanisme reaksi ini juga belum tuntas diketahui para peneliti. Orang yang tidak mendalami, tidak pernah berpikir bahwa asam urat selalu tersedia di dalam tubuh manusia dan ini dapat memicu reaksi yang tidak diinginkan terjadi.

ditarik dari pasar. Perusahaan susu formula besar juga terlibat. Hal ini menunjukkan betapa penting pengawasan dan penyadaran atas penghormatan kepada kehidupan lain di luar diri seseorang.

Negara terkena dampak kasus melamin dalam susu di China terdapat 77 negara. Konferensi Pers pada tanggal 17 September 2008 di China disitir¹⁵⁰ dalam memberitakan kandungan tertinggi melamin di dalam susu formula Sanlu mencapai 2,563 g/kg, sedangkan merek-merek lain 0,090 to 619 mg/kg. Ini merupakan kejadian dengan eskalasi luas di dunia. Hal ini menjadi catatan penting karena jangkauan produk yang luas dan kemungkinan orang tidak menyadari bahwa sebagai konsumen mereka telah dipaparkan pada risiko bahaya, terutama data kejadian yang menunjukkan kasus lebih banyak terjadi pada anak-anak. Terlebih, akibat kejadian tersebut produk makanan turunan meliputi biskuit dan cokelat selain produk susu formula.

Menurut Bhalla *et al.*¹⁵¹ menuntaskan kasus ini sulit, karena kontaminasi telah merasuk pada rantai pasokan pangan berbasis susu. Artinya, mulai kapan dan produk telah sampai di mana saja tidak dapat dilacak cepat dan jelas, karena proses ekspor dan impor melibatkan banyak mata rantai perdagangan antara. Fakta yang jelas terdata adalah kejadian *nephrocitosis* pada manusia pertama dilaporkan pada tahun 2008 pada anak-anak/bayi dan kemungkinan orang dewasa juga memiliki risiko ini. Hal ini tidak mungkin dipastikan kejadian dan akar masalahnya, jika investigasi kasus penyakit ginjal (akut dan kronis) tidak dilakukan secara sistematis selama beberapa tahun.

Estimasi pada laporan WHO yang disitir Bhalla *et al.*¹⁵² atas kasus pemalsuan melibatkan melamin ini adalah 51.900 anak, yang mungkin tidak menggambarkan jumlah yang sesungguhnya, karena dampak yang telah melibatkan rantai pasokan pangan masif ke seluruh dunia. Hal yang perlu diwaspadai adalah jika masih ada

¹⁵⁰ Hau *et al.* (2009).

¹⁵¹ Bhalla *et al.* (2009).

¹⁵² Bhalla *et al.* (2009).

angka di luar itu, dan pada saat pendataan mereka berada dalam kondisi subklinis, yang akan berdampak pada selang beberapa waktu ke depan, dengan kemungkinan pertumbuhan ginjal yang memburuk. Berdasarkan data-data yang disajikan dapat dimengerti bahwa ahli ginjal menyebut kejadian ini sebagai *outbreak* (Kejadian Luar Biasa = KLB) batu ginjal dan gagal ginjal pada anak-anak akibat melamin (-asam urat).

Tabel 1. Negara Terimbas Dampak

Negara dengan Laporan Kasus	Negara dengan Peringatan Isu	Negara Melarang Import/Produk Ditarik	
1. China	1. Bangladesh	1. Australia	22. Mali
2. Hong Kong SAR	2. Myanmar	2. Argentina	23. Myanmar
3. Macau SAR	3. Yemen	3. Bangladesh	24. Nepal
4. Taiwan	4. Burundi	4. Bhutan	25. New Zealand
	5. Gabon	5. Brunei	26. Papua New Guinea
		6. Burundi	27. Paraguay
		7. Cameroon	28. Peru
		8. Canada	29. Philippines
		9. Chile	30. Qatar
		10. Colombia	31. Russia
		11. Dominican Republic	32. Singapore
		12. European Union member states (27)	33. South Korea
		13. Gabon	34. Sri Lanka
		14. India	35. Suriname
		15. Indonesia	36. Taiwan
		16. Ivory Coast	37. Tanzania
		17. Japan	38. Thailand
		18. Laos	39. Togo
		19. Macau SAR	40. UAE
		20. Malaysia	41. United States
		21. Maldives	42. Vietnam

Sumber: Bhalla *et al.*, 2009

Hau *et al.*¹⁵³ mencatat bahwa dalam pemalsuan formula susu menggunakan 1 g melamin ke dalam 1 L susu menimbulkan pengukuran total nitrogen naik sebesar 0,4%, seolah-olah kadar protein tinggi, tetapi nitrogen yang ada sebenarnya tidak dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Lebih lanjut Hau *et al.*¹⁵⁴ membandingkan pada susu cair, pemalsuan ini memberi kesan susu memiliki kadar protein 30% lebih tinggi. Jika 3,1 g melamin dilarutkan dalam air bersuhu ruang menyebabkan kadar protein seolah 1,2% lebih tinggi, tanpa mengalami pengendapan di dalam cairan tersebut. Pelarutan akan lebih meningkat lagi ketika air hangat yang digunakan untuk menyiapkan susu formula dari susu bubuk. Secara berturut-turut kelarutan melamin di dalam air bersuhu 20°C adalah 3,1 g/L, pada suhu 50 °C adalah 13,4 g/L, dan pada suhu 100°C adalah 25 g/L. Berdasar sifat kelarutan ini, secara ekonomi pemalsuan berdampak pada efisiensi biaya luar biasa bagi produsen, tetapi perilaku ini mencelakai pihak lain.

Dengan terbukanya rahasia praktik pemalsuan oleh produsen di China, badan pengawas harus aktif melakukan pengawasan di sepanjang rantai pasokan pangan, pada produk-produk yang memerlukan protein tinggi sebagai ukuran mutu. Ini merupakan catatan penting bagi bidang teknologi pangan dan keamanan pangan yang perlu dipahami oleh praktisi, pihak industri, ilmuwan dan pembelajar di bidang pangan, pengambil keputusan, dan pihak berwenang dalam layanan keamanan pangan dan kesehatan masyarakat.

Lee *et al.* (2011)¹⁵⁵ dalam studi terhadap empat peternakan babi, karena terdapat banyak ternak babi yang disembelih akibat sakit, menemukan ginjal yang menunjukkan perubahan warna kuning coklat pada kenampakan organ ginjal, tetapi tidak menemukan ada kristal di dalam jaringan ginjal, melainkan terdapat perubahan struktur. Preparasi sampel ginjal telah mengalami pencucian dengan formalin yang mampu melarutkan kristal melamin-sianurat.

¹⁵³ Hau *et al.* (2009).

¹⁵⁴ Hau *et al.* (2009).

¹⁵⁵ Lee *et al.* (2011).

Pakan babi setelah diperiksa memiliki kadar melamin 750-1.500 ppm dan pada *yeast* yang digunakan sebagai bahan campuran pakan sebesar 30.064 ppm (sekitar $>10^4$ kali lipat ketentuan WHO, sebesar $<2,5$ ppm). Riwayat peternakan yang menjadi lokasi penelitian Lee *et al.*¹⁵⁶ menunjukkan bahwa pakan diformulasi dengan *yeast* yang diimpor dari China dan ternak babi telah diberi pakan selama 2-5 minggu. Peternak juga tidak mencapai target karena bobot babi yang diperoleh hanya 80-95 kg/ekor dibandingkan dengan hasil peternakan normal 100-120 kg/ekor. Tanda-tanda babi tidak sehat juga diketahui, berupa tidak bernaafsu makan, kurus, anoreksia, dan depresi. Namun demikian, kemungkinan kondisi yang ditemukan belum mencapai tahap kronis, karena penggunaan pakan tanpa *yeast* dapat memperbaiki kondisi kesehatan babi. Rekomendasi penting dari Lee *et al.*¹⁵⁷ adalah perlu inspeksi, penarikan pakan dan daging babi yang terkontaminasi melamin, untuk menjaga kualitas kesehatan masyarakat.

1.4. Evaluasi Kritis

Penjelasan pada subbab sebelumnya telah secara rinci menunjukkan bahwa melamin bukan bahan pangan. Keberadaan melamin dalam pangan merupakan kemungkinan kesengajaan. Hal ini mengingatkan bahwa peralatan plastik yang sering menggunakan bahan baku melamin dapat menyebabkan kontaminasi pada makanan yang ditempatkan, bergantung pada suhu penggunaannya. Melamin saja tidak cukup untuk menyebabkan kerusakan ginjal. Kesengajaan melamin berada pada produk susu formula merupakan tindak kriminal, karena berisiko menghilangkan kehidupan manusia lain atau makhluk hidup lain.

Kegiatan pemalsuan dalam perdagangan susu formula memerlukan perhatian khusus, karena tindakan yang dilakukan produsen tidak dapat diketahui secara jelas, karena kemiripan kimia kadar nitrogen dan juga kemampuan melamin pada kadar tertentu tidak

¹⁵⁶ Lee *et al.* (2011).

¹⁵⁷ Lee *et al.* (2011).

menimbulkan kecurigaan wujud dalam sifat susu formula yang disajikan, terlebih lagi budaya menyajikan susu yang bersuhu hangat mendukung melamin semakin sulit untuk dikenali konsumen awam.

Pemalsuan susu formula dilakukan dengan menambahkan melamin merupakan pemalsuan pangan. Ada sebuah prinsip etika yang dicerai, yakni prinsip “tidak merugikan” atau “sikap baik”. Produsen melakukan pemalsuan susu formula dengan menambahkan melamin supaya kelihatan mengandung protein lebih tinggi. Suatu keniscayaan bahwa produsen memiliki tanggung jawab akan kerugian yang dialami oleh konsumen.

Produsen juga memiliki tanggung jawab untuk menyediakan produk yang aman dan memberi informasi yang lengkap mengenai produk yang diperjualbelikan. Kasus susu melamin memperlihatkan bahwa bahan baku melamin merugikan kesehatan konsumen, terutama para bayi¹⁵⁸. Kasus susu melamin juga merupakan kegiatan curang pada perdagangan yang tidak hanya bermuara pada masalah ekonomi, melainkan juga kesehatan publik.

Objek etis primer dari kasus susu melamin adalah memproduksi produk pangan, yakni susu. Jadi, tujuan tindakannya (*finis operis*) adalah menyediakan susu. Sedangkan tujuan pelaku (*finis operantis*) adalah ekonomi. Pelaku memalsukan susu formula dengan menambahkan melamin agar seolah-olah susu tersebut mengandung protein lebih tinggi. Awalnya pelaku memiliki motif ekonomi, tetapi akhirnya pemalsuan susu formula ini memiliki dampak buruk terhadap kesehatan publik.

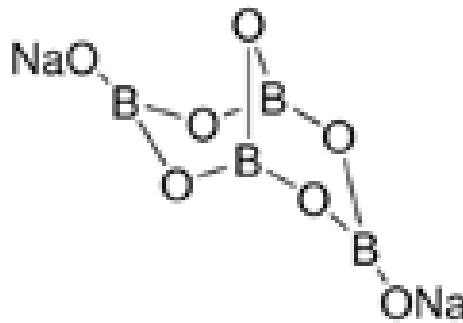
2. Kasus Boraks

2.1. Pengertian Boraks

Boraks tersedia dalam bentuk asam boraks (BH_3O_3) atau garam boraks bersama natrium atau logam sejenisnya. Struktur kimia senyawa boraks sebagai natrium tetraborat dicantumkan pada

¹⁵⁸ Skandal melamin ini menghebohkan Tiongkok karena menyebabkan kematian 6 bayi dengan kerusakan ginjal dan 54.000 bayi harus dirawat di rumah sakit. Bdk. Purwiyatno Hariyadi, “Ancaman Serius Pemalsuan Pangan”, *KOMPAS*, 23/05/2015.

Gambar 2. Asam borat tidak berwarna, berupa kristal transparan, dan jika disentuh bersifat sedikit berminyak, dapat pula berupa serbuk atau granula putih¹⁵⁹.



Sumber: Sigma Aldrich

Gambar 2. Struktur Kimia Boraks

($B_4Na_2O_7$; 201,22 g/mol; sodium tetraborate; no. CAS 1330-43-4)

Asam borat memiliki titik leleh pada suhu 171°C. Jika kontak dengan uap air, terjadi penguapan. Kelarutannya di dalam air dingin, air mendidih, alkohol dingin dan mendidih serta gliserol relatif mirip. Jika larutan ditambah dengan asam klorida (HCl), asam sitrat, atau asam tartarat, kelarutan boraks meningkat. Percobaan menggunakan tikus mendapatkan bahwa kadar boraks yang mematikan adalah 5,14 g/kg berat badan. Senyawa ini teregistrasi pada CAS no. 10043-35-3¹⁶⁰.

Penggunaannya adalah untuk terapeutik; juga dalam kesehatan hewan, sebagai anti bakteri atau anti jamur, dan hanya sebagai penggunaan eksternal tubuh setelah dilarutkan dalam air atau dalam penyiapan serbuk. Penggunaan nonmedis adalah sebagai pelindung kayu dari berbagai cuaca dan pelindung tekstil dari api, sebagai pengawet dalam pembuatan semen, porselin, gerabah peralatan makan, kaca, kulit, karpet, sabun, batu mulia tiruan, kosmetik, lukisan, percetakan atau pengecatan, fotografi, kondensor elektrik, pengeras baja, dll. Akan tetapi, boraks juga digunakan sebagai insektisida

¹⁵⁹ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁶⁰ O'Neil *et al.* (2001).

untuk kecoak dan kutu karpet. Secara salah kaprah senyawa boron tidak mengikat air; yang sebenarnya boron oksida disebut sebagai asam boraks anhidrat. Perilaku dan dampaknya terhadap tubuh hampir sama¹⁶¹. Pada konsentrasi rendah (0,1 Molar) bersifat sedikit asam (pH 5,1).

Sejarah penggunaan boraks dan asam borat pada pangan dimulai sejak 1857 seperti dinyatakan oleh Nielsen *et al.*¹⁶² karena ditemukan pada tanaman yang merupakan bahan pangan manusia sehari-hari. Penggunaannya dalam pengawetan pangan dapat menyelamatkan krisis pangan pada perang dunia I sampai II. Mulai tahun 1902 penemuan batas aman untuk asupan boraks 0,5 g/hari atau lebih dari 4 g/hari disampaikan sebagai hasil penelitian dari Jerman. Amerika menentang penggunaan boraks yang telah berlangsung lama. Boraks sebagai satu-satunya pengawet di dalam mentega dan margarin diizinkan melalui hukum di Inggris pada tahun 1907. Selanjutnya, boraks digunakan sebagai bahan tambahan pangan pada berbagai produk pangan yang lebih luas seperti hasil olahan daging dan ikan.

Penggunaan boraks dan asam borat untuk kesehatan dari sudut pandang toksikologi hanya singkat pada kurun waktu 1950-1980. Padahal pada tahun 1920-an, telah ditemukan bahwa boron sebagai elemen esensial pada tanaman, tetapi tidak berhasil diterapkan pada hewan dan manusia. Khususnya, hal ini digunakan sebagai upaya untuk mengembalikan kondisi defisiensi, sehingga kesehatan dapat pulih kembali. Nielsen dengan tim di laboratoriumnya mulai pada tahun 1980-an mendapatkan bahwa ayam yang keracunan arsenik dapat disehatkan kembali dengan pemberian boron¹⁶³ secara teratur.

Pada tahun 1981 Nielsen dan tim riset mendapatkan bahwa kalsifikasi (pembentukan tulang dengan adanya kalsium) melibatkan defisiensi boron dan pengembaliannya dapat diberikan asupan boron kembali. Sampai saat ini, dilematika boron belum dapat diputuskan,

¹⁶¹ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁶² Nielsen *et al.* (1997).

¹⁶³ Boron adalah unsur kimia (simbol kimianya B).

karena penelitian aspek klinis belum dapat dilakukan¹⁶⁴. Sejak 1980-an tersebut, penemuan pengaruh negatif dan positif asupan boron masih terus berlangsung dan penemuan bahwa keterlibatan boron sangat luas, meliputi pertumbuhan/perkembangan tulang, fungsi otak, metabolisme makromineral, penggunaan substrat berenergi untuk kehidupan, fungsi kekebalan tubuh (imun), dan sekresi insulin¹⁶⁵. Pada kurun waktu itu telah dipahami pula bahwa ada regulasi homeostasis kadar boron di dalam tubuh.

2.2. Bahaya Boraks

Peringatan dalam ranah keamanan pangan adalah jika tertelan atau terserap di dalam tubuh menyebabkan mual, muntah, diare, kejang perut, bintil berisi darah pada kulit dan membran mukosa, kerusakan sistem sirkulasi tubuh, sianosis, gangguan jantung, koma. Kematian dapat terjadi akibat dari <5 g boraks untuk bayi dan 5-20 g untuk dewasa. Penggunaan kronis menyebabkan *borism* yaitu kulit mengering, gangguan lambung, dan muntah¹⁶⁶.

Elemen boron yang juga merupakan penyusun boraks dalam jumlah kecil merupakan elemen yang bermanfaat untuk banyak fungsi fisiologi tubuh seperti metabolisme mineral, vitamin D, hormon, enzim, substrat energi, dan spesies radikal oksigen. Ince *et al.*¹⁶⁷ dalam percobaan menggunakan tikus sebagai hewan coba mendapatkan bahwa pemberian suplemen boron, dalam bentuk asam borat atau boraks pada konsentrasi diet 100 mg/kg, menunjukkan penurunan aktivitas lipid peroksidase, tetapi meningkatkan mekanisme pertahanan melalui aktivitas antioksidan dan status vitamin.

Asam borat memiliki batas aman di dalam pangan sebesar 4 g/kg berat badan pada tikus percobaan¹⁶⁸. Asam borat dalam hal ini tidak dapat meresap melalui kulit, kecuali jika ada luka terbuka. Bentuk boron anorganik dapat segera diserap setelah dikonsumsi atau dihirup

¹⁶⁴ Nielsen *et al.* (1997).

¹⁶⁵ Nielsen *et al.* (1997).

¹⁶⁶ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁶⁷ Ince *et al.* (2010).

¹⁶⁸ Mastromatteo dan Sullivan (1994).

dari udara, namun 95% boron yang terserap disekresikan melalui ginjal dengan waktu paro kurang dari 24 jam. Apakah sudah aman dengan tingkat pencucian asam borat tinggi pada ginjal ini? Dalam ilmu gizi, jumlah konsumsi aman dari pangan yang mengandung boron harus dihitung berdasarkan umur dan berat badan orang.

Di dalam tubuh, boron ternyata diperlukan untuk banyak fungsi esensial. Boron terlibat dalam metabolisme makromineral dan selular metabolisme pada sel membran. Diet asam borat merusakkan testikular tikus pada 4.500 ppm dan tanpa efek genotoksik (beracun terhadap material gen sebagai inti makhluk hidup). Hal itu diduga karena boron menginterferensi sintesis DNA dan RNA dalam sel germinal. Akan tetapi, mekanisme untuk ini belum dipahami.

Penelitian untuk mendapat jaminan keamanan ditandai dengan penemuan dosis yang tidak menyebabkan pengaruh buruk yang dapat diamati (*no-observed-adverse-effect-level*, *NOAEL*) untuk asam borat ≥ 125 mg/kg pada kelinci dan 450 mg/kg, untuk mencit dan tikus *NOAEL* tertinggi < 78 mg/kg, yang teramati adalah penurunan berat fetus. Berdasarkan hal ini, WHO menetapkan asupan boron per hari yang dapat ditoleransi adalah 0,4 mg boron/kg berat badan/hari, sehingga untuk orang dewasa 70 kg berat badan mengonsumsi maksimal 28 mg/hari¹⁶⁹.

Di antara kontroversi positif dan negatif peran boron di dalam tubuh, ternyata pertanyaan mendasar yang belum terjawab adalah “wujud kimia boron di dalam tubuh” sebagai apa organik boron, anorganik boron, atau yang lain? Catatan penting dari Mastromatteo dan Sullivan¹⁷⁰ adalah para perempuan telah menggunakan boron dalam bubuk pencuci selama 100 tahun (jadi, telah 122 tahun pada tahun 2016).

Bahan pangan yang kaya akan boron disampaikan oleh Dinca dan Scorei¹⁷¹ meliputi buah alpukat mentah (14,3 ppm), *creamy peanut butter* (5,87 ppm), kacang panggang kering bergaram (5,83

¹⁶⁹ Dinca dan Scorei (2013).

¹⁷⁰ Mastromatteo dan Sullivan (1994).

¹⁷¹ Dinca dan Scorei (2013).

ppm), kacang *pecans* panggang kering (2,64 ppm), *prune juice* kemasan botol (5,64 ppm), *grape juice* kaleng (3,42 ppm), bubuk cokelat manis (4,29 ppm), *wine* 12,2% alkohol (3,64 ppm), *prunes* diolah dengan tapioka (3,59 ppm), dan *granola* mengandung *raisins*/kismis (3,55 ppm). Daging unggas dan ternak ruminansia serta ikan merupakan makanan yang rendah boron. Penetapan ini penting untuk dicermati secara teliti, karena dalam metode analisis boron, penggunaan alat gelas tidak diizinkan agar tidak terkontaminasi boron yang berasal dari alat gelas¹⁷².

Jika dari pangan boron terserap dan terlibat dalam fisiologi tubuh, maka keberadaan boron dalam tubuh telah diperoleh sebagai berikut: 0,06 ppm (darah); 0,02 ppm (plasma); 0,75 ppm (urin); 4,3-17,9 ppm (tulang, kuku, dan rambut); 28 ppm (jantung); 10 ppm (iga); 2,6 ppm (kelenjar empedu); dan 2,3 ppm (organ hati) serta dipengaruhi juga oleh tingkat kesehatan (3 ppm dalam tulang yang arthritis dibandingkan 56 ppm dalam tulang yang sehat). Dengan keberadaan sebagai asam borat sebesar 98,4%, sedang sebagai bentuk anion borat sebesar 1,6%¹⁷³. Jadi, boron bukan merupakan zat asing di dalam tubuh manusia, namun dosis penggunaan boron tetap harus dijaga ketat karena dapat berakibat fatal pada batasan yang ditetapkan.

Di alam keberadaan boron dalam buah-buahan adalah sebagai senyawa organik boron¹⁷⁴, yaitu:

1. kompleks polisakarida pektin-borat,
2. kompleks gula alcohol-borat,
3. ester polihidroksi asam organik borat, dan
4. ester asam amino-borat.

Keberadaan senyawa tersebut telah dikomersialkan sebagai suplemen pangan/nutrisional dan nutrasetikal 20-60 mg boron/hari untuk terapi arthritis, kanker dan pembengkakan pada umumnya,

¹⁷² Mastromatteo dan Sullivan (1994).

¹⁷³ Dinca dan Scorei (2013).

¹⁷⁴ Dinca dan Scorei (2013).

tetapi suplemen pangan <20 mg/hari untuk bantuan fisiologi di dalam tubuh (pemeliharaan kesehatan dan pencegahan). Salah satu dari bentuk komersial senyawa boron yang meniru alam adalah kalsium fruktoborat dengan median dosis mematikan sebesar 18,75 g/kg atau setara dengan 0,525 g elemen boron, yang lebih tinggi daripada dosis untuk asam borat sebesar 2,6 g/kg atau setara dengan 0,462 g elemen boron)¹⁷⁵. Jadi, kemungkinan dalam bentuk organo-boron jauh lebih aman karena untuk penggunaan asam borat dan atau borat untuk mengawetkan kaviar 4 g/kg masih sekitar 26,88%.

Ada pergeseran peran boron dalam kesehatan dan nutrisi pada tahun 2013 yang dicatat oleh Dinca dan Scorei¹⁷⁶ sehingga boron dikategorikan sebagai nutrasetikal. Dalam catatan tersebut pengertian nutrasetikal adalah kemampuan nutrisi melebihi kemampuan normalnya dalam definisi pangan, sehingga klaim dalam perdagangan yang diizinkan adalah klaim kesehatan, bukan klaim pengobatan. Hal ini didasarkan pada penemuan *quorum sensor autoinducer-2* pada bakteri berupa senyawa kompleks mengandung boron yang stabil, penemuan transporter yang bertanggung jawab agar *up take* boron efisien di dalam sel binatang, serta penemuan kemampuan borat menghambat banyak sistem enzim yang merupakan basis kimia boron pada obat dan nutrasetikal yang melibatkan atom boron.

Penemuan fungsi positif boron di dalam tubuh menyebabkan penggunaan boraks perlu dikritisi ilmuwan terkait secara mendalam. Secara internasional tampak perbedaan ketetapan batas aman konsumsi pangan mengandung boron dengan batas ketentuan tidak boleh lebih tinggi daripada 4 g/kg berat badan/hari. Dari berbagai sumber Dinca dan Scorei¹⁷⁷ merangkum rentang konsumsi boron yang diizinkan di beberapa negara. Di US konsumsi harian boron yang diizinkan adalah 0,8-1,9 mg/hari; di union Eropa 1,7-7,0 mg/hari; di Korea 0,93 mg/hari; di Australia 2,16-2,28 mg/hari; di Mexico

¹⁷⁵ Scorei *et al.* (2011) dalam Dinca dan Scorei (2013).

¹⁷⁶ Dinca dan Scorei (2013).

¹⁷⁷ Dinca dan Scorei (2013).

1,75-2,12 mg/hari; dan di Kenya 1,80-1,95 mg/hari. Sementara secara umum yang direkomendasikan adalah 0,14-0,28 mg/hari berat badan, meskipun lebih rinci di Uni Eropa direkomendasikan 10 mg/hari untuk orang dewasa. Sementara untuk umur 1-17 tahun dikelompokkan menjadi 3 mg/hari (usia 1- 3 tahun); 4 mg/hari (4-6 tahun); 5 mg/hari (7-10 tahun); 7 mg/hari (11-14 tahun); dan 9 mg/hari (15-17 tahun). Dalam semua catatan di atas, batas-batas yang ditetapkan oleh pihak berwenang masih jauh di bawah 4 g/kg. Untuk konteks di Indonesia, data penggunaan garam “bleng” juga belum diketahui pada kadar berapa, tetapi peran boraks telah banyak digantikan dengan sodium Tripoli fosfat (STTP).

Data pengaruh konsumsi boron pada manusia dan kasus keracunan belum ada sampai dengan saat ini dan penelitian langsung dengan manusia adalah sangat tidak mungkin terkait etika dan lainnya. Data dari percobaan terhadap binatang dapat disampaikan pada bagian ini pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Beberapa Konsumsi Boron yang Berisiko terhadap Kesehatan

Bahan bacaan	Percobaan	Pengaruh yang berisiko
Dinca dan Socrei (2013)	Diet 0,14-0,43 g asam borat/kg berat badan (setara 25-76 mg boron/kg) selama beberapa hari atau minggu.	Muntah, diare, dan sakit perut; sakit kepala, “gliyeng”, dan kulit memerah
	Menelan setara 0,2 g boron/kg	Keracunan
	Asam borat bebas yang leluasa berdifusi melalui membran seluler .	Menyebabkan keracunan asam borat atau garam borat. Jika berlebihan, dapat memblokir aktivitas metabolik yang berakhir pada apoptosis/sel mati. ¹⁷⁸

¹⁷⁸ Fungsi fisiologis boron terkait dengan transporter anion borat, yaitu sodium-coupled borate co-transporter 1 (NaBC1), yang memasok anion borat ke sel.pada pH fisiologis sel (pH sekitar 7,4), dalam bentuk asam, asam borat masuk ke dalam sel melalui mekanisme diffuse bebas dan melalui NaBC1, kemudian berdisosiasi menjadi borat. Jika konsentrasi seluler borat telah mencapai >1 mM, kebanyakan boron masuk ke dalam sel melalui diffusi bebas, melalui hidrolisis sebagai anion borat, dan pH di intraselulermenurun. Dengan demikian, sel dihambat dan kemudian terjadi apoptosis. Hal ini juga terjadi pada sel kanker. Asam borat lebih toksik terhadap sel kanker daripada sel normal karena sel kanker menggunakan sedikit boron untuk metabolisme.

Bahan bacaan	Percobaan	Pengaruh yang berisiko
Pongsavee (2009)	In vitro menggunakan 0,6 mg boraks/mL menggunakan sel darah orang sehat.	Paling efektif mempengaruhi proliferasi limfosit dan mungkin bersifat sitotoksik dalam sel imun/kekebalan tubuh.
	In vitro menggunakan 0,15-0,6 mg boraks/mL menggunakan sel darah orang sehat	Menginduksi perubahan kromosom manusia, peningkatan konsentrasi boraks meningkatkan frekuensi perubahan kromosom dan disimpulkan kemungkinan boraks bersifat genotoksik pada manusia.

2.3. Penyalahgunaan Boraks

Penggunaan boraks dalam bahan pangan secara tradisional di Indonesia digunakan untuk membuat kerupuk puli sehingga memberikan rasa khas, dan mencegah pertumbuhan mikroba selama penjemuran kerupuk yang berbahan dasar nasi yang tidak dikonsumsi dalam satu keluarga. Saat ini penggunaan boraks yang memiliki nama dagang garam “bleng” telah ditetapkan oleh badan yang berwenang sebagai tidak aman. Garam “bleng” ditambahkan saat pencampuran nasi dengan bumbu-bumbu dalam pembuatan kerupuk. Penggunaan boraks juga ditemukan dalam pembuatan lontong ditujukan untuk mengawetkan dan memberikan sifat kenyal pada lontong yang dihasilkan. Belum diketahui bagaimana pedagang menggunakan boraks dalam pembuatan lontong karena saat membuat lontong beras ke dalam daun pisang pembungkus lontong. Kemungkinan dalam pembuatan lontong ini pencampuran beras dengan garam boraks atau menambahkan boraks ke dalam air perebus lontong dimungkinkan.

Penggunaan boraks yang berinteraksi dengan matriks pangan menunjukkan struktur dan arsitektur kompleks boraks-polimer, sehingga dapat memberikan sifat rheologi dan mekanis yang penting dalam produk. Penelitian interaksi khusus dengan pati jarang diperoleh. Sebagai model diambil interaksi boraks dengan

skleroglukan (unit penyusun mirip dengan pati sebagai glukuan)¹⁷⁹. Boraks meningkatkan kekakuan (*rigidity*) matriks pembentuk tablet yang dapat membentuk matriks monolitik yang mampu mengembang saat kontak dengan fluida, dan melepaskan senyawa obat yang dijerat oleh jejaring kompleks-skleroglukan yang terbentuk. Gel yang terbentuk lebih kohesif dan bergantung pada suhu. Kekakuan gel disebabkan oleh ikatan silang antara polimer skleroglukan dengan ion borat. Kekuatan gel meningkat dengan peningkatan konsentrasi boraks. Pola peningkatan kekuatan gel oleh boraks tanpa menimbulkan variasi struktur gel. Sistem gel skleroglukan-boraks bersifat viskoelastis dan pada konsentrasi polimer 2,3% (b/v) sistem sebagai padatan viskoelastis memenuhi model Voigt materials; yaitu, penerapan tensi/stress/tekanan tidak menyebabkan kehancuran jejaring gel dan deformasi mencapai nilai batas.

Perilaku mekanik (tekstur) gel, khususnya pada konsentrasi skleroglukan 2,3% (b/v), terjadi peningkatan kohesivitas sistem gel secara meyakinkan (+377%) dibandingkan dengan 0,7%. Demikian juga pengamatan untuk kekerasan (+30%), adhesivitas (+267%) serta gaya maksimum untuk adhesi (+267%). Jadi, konsentrasi polimer berpengaruh nyata dalam penelitian Coviello *et al.* (2003) dan pengaruh terbesar adalah terhadap kekerasan gel. Pengaruh boraks pada satu konsentrasi polimer juga lebih nyata: peningkatan kohesivitas sekitar dua kali lipat dibandingkan tanpa boraks (+776% pada konsentrasi 2,3%). Penelitian ini menunjukkan bahwa peran ion borat krusial dalam mengorganisasi triple heliks polimer skleroglukan menjadi susunan yang lebih kompak. Namun, peningkatan suhu menyebabkan penurunan kohesivitas.

Gel skleroglukan-boraks secara makroskopis menunjukkan bahwa penetrasi pelarut (air) ke dalam matriks kering mengikuti proses yang mengikuti model Fickian dan kemampuan mengembang yang relatif cepat dengan peningkatan berat sekitar 20 kali. Perubahan dimensi ukuran matriks ke arah dimensi panjang tablet, sedangkan

¹⁷⁹ Coviello *et al.* (2003).

radiusnya tetap sejalan dengan peningkatan massa air yang diserap. Hal ini dimungkinkan karena peran kombinasi struktur molekuler skleroglukan-boraks sekaligus pengaruh kompresi selama proses pembuatan tablet yang mendorong sistem tablet bersifat anisotropis (tidak seragam dari lapis ke lapis).

Pengamatan struktur molekuler kompleks matriks heliks-boraks dilakukan dengan sinar X selama proses elongasi tablet mengembang ke arah dimensi panjang. Telah diketahui bahwa sifat struktur triple heliks skleroglukan, maka Civiello *et al.*¹⁸⁰ mengusulkan susunan *parallel heliks* yang dipertahankan oleh antara lain ikatan kovalen dan interaksi fisik dengan ion borat. Ion borat sebagai pembentuk ikatan silang dapat bereaksi dengan rantai samping polimer menyebabkan bentuk kompleks di-ligand (memiliki dua ligand)¹⁸¹.

Dalam struktur tersebut ion borat berperan sebagai “jembatan atom” antar rantai-rantai polisakarida, sehingga membentuk jejaring tiga dimensi. Jadi, hidrogel yang terbentuk adalah gel dengan melibatkan campuran interaksi kimia dan fisika dari molekul polimer dan boraks. Hal ini pula yang menyebabkan laju pelepasan obat yang dibawa matriks dapat dikontrol, karena laju pembebasan molekul obat yang terjerat harus menuju dimensi panjang dan bukan ke arah radial yang lebih pendek.

Model struktur matriks dipengaruhi oleh ion borat tampak sesuai dengan kebutuhan dalam proses pengolahan beras menjadi lontong atau gelondong kerupuk selama pengukusan. Sifat kekerasan, kohesivitas (ketidakk lengketan), kekakuan gel, kemampuan memerangkap air, dan pelepasan senyawa pengisi matriks dapat dipertahankan, selain sifat boraks sebagai antimikroba/antiseptik menjadikan produk lebih awet selama penyimpanan dan tidak mengalami penurunan kualitas.

Temuan-temuan terakhir mendukung penggunaan boraks bukan sebagai penyalahgunaan, karena sifat produk secara ilmiah dapat dijelaskan bahwa peran ion borat menentukan arsitektur tekstur dan

¹⁸⁰ Civiello *et al.* (2003).

¹⁸¹ Ligand adalah pasangan elektron yang tidak digunakan untuk membentuk ikatan kimia.

ketahanan tekstur produk pangan yang diinginkan. Ketakutan yang diangkat dalam isu keamanan pangan adalah risiko buruk, ketika dosis yang digunakan menimbulkan risiko yang membahayakan, sementara sampai saat ini hasil penelitian klinis penggunaan boraks yang telah lama dipraktikkan belum dapat diperoleh.

2.4. Evaluasi Kritis

Boraks dalam kerupuk puli atau lontong digunakan untuk tujuan mengawetkan dan memberi tekstur kenyal. Kerupuk dan lontong bukan merupakan produk mahal seperti produk jajanan lain yang mengandung daging. Akan tetapi, usaha kerupuk di Indonesia merupakan usaha yang secara ekonomi baik, karena kerupuk atau lontong merupakan makanan kegemaran hampir umum di seluruh penduduk di Nusantara.

Tahap penjemuran kerupuk menjadi titik kritis di Indonesia yang memiliki dua musim, terutama di musim hujan penjemuran yang kebanyakan mengandalkan sinar matahari terganggu. Tingkat kelembaban tinggi akhirnya menyebabkan risiko kondisi kondusif untuk pertumbuhan jamur atau bakteri dalam kerupuk yang dijemur. Sementara boraks dalam produk lontong mengawetkan, karena kadar air dalam lontong yang masih tinggi, sehingga kondusif untuk pertumbuhan mikroorganisme.

Penggunaan boraks dalam makanan secara tidak proposional (dosis) dapat menjadi pelanggaran etis. Pengusaha krupuk yang kurang atau tidak memperhatikan tingkat kelembaban udara membuat krupuk yang dijemur mengandung jamur atau bakteri. Hal ini menjadi penyebab gangguan kesehatan bagi konsumen. Padahal, produsen memiliki tanggung jawab untuk menjamin makanan yang menjadi produk jualnya dalam keadaan prima dan aman.

Objek etis primer dari kasus boraks adalah menyediakan pangan yang aman. Jadi, tujuan tindakannya (*finis operis*) adalah menyediakan pangan. Sedangkan tujuan pelaku (*finis operantis*) adalah ekonomi. Pelaku menggunakan boraks dalam pangan secara tidak

proporsional, supaya makanannya bertahan lebih lama, tetapi ia tidak memperhitungkan dari segi kesehatan.

Kesulitan akan timbul karena pengusaha krupuk tidak selalu mengetahui semua akibat negatif krupuknya yang dicampuri oleh boraks, karena pengusaha krupuk, sebagai contoh memiliki pengetahuan yang terbatas. Selain itu, akibat krupuk yang dikonsumsi baru tampak setelah dikonsumsi bertahun-tahun.

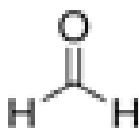
3. Kasus Formalin

3.1. Pengertian Formalin

Mengacu ke Merck Indeks¹⁸², secara kimia senyawa ini adalah formaldehida yang terdaftar pada CAS no 50-00-01, diperoleh dari proses reaksi kombusi secara tidak sempurna dari senyawa organik, terdapat di dalam asap kayu, atau arang terutama pada asam yang digunakan untuk mengasap ikan dan daging. Dalam udara di kota-kota besar terkandung formaldehida. Secara komersial formaldehida diproduksi melalui oksidasi metanol. Paten untuk memproduksi formaldehida yang dapat ditemukan adalah US 2812309 dan US 2849492. Kajian keamanan untuk tubuh meliputi kajian toksisitas dan karsinogenik penyebab kanker dan regulasi terkait telah pula ditetapkan.

Formaldehida bersifat sebagai gas tidak berwarna dan mudah terbakar pada suhu normal. Berbau tajam menyengat yang menyebabkan orang terbatuk (bahasa Jawa: 'nyegrak'). Formaldehida memiliki densitas atau berat jenis lebih tinggi daripada air (1,067 g/cm), memiliki titik leleh -92°C, titik didih pada tekanan 1 atmosfer sebesar -19,5°C. Untuk memantik nyala api perlu suhu 300 °C. Struktur molekul formalin dapat dilihat pada **Gambar 3**.

¹⁸² O'Neil *et al.* (2001).



Sumber: Sigma Aldrich

Gambar 3. Struktur Kimia Formalin (CH_2O ; 30,03 g/mol; no. CAS 50-00-0)

Formaldehida sangat mudah larut dalam air, larut dalam alkohol dan ether, sangat reaktif dan segera bergabung dengan berbagai substansi, serta mudah mengalami polimerasi¹⁸³.

Formalin merupakan larutan 37% gas formaldehida di dalam air dan biasanya ditambah dengan 10-15% metanol untuk mencegah polimerasi. Larutan ini memiliki kekuatan 100% formalin atau disebut juga formalin 40 artinya mengandung 40 g formaldehid/100 mL air; merupakan larutan tidak berwarna tetapi berbau tajam. Jika berada pada suhu dingin, maka terjadi pengabutan dan pada suhu sangat rendah setiap bagian per milyar (*ppb, part per billion*) dari larutan formalin terbentuk trioksimetilen. Jika diuapkan, formaldehida menguap mayoritas sebagai trioksimetilen; yang bertindak sebagai agen pereduksi yang sangat kuat terutama pada kondisi basa atau ada alkali, tetapi teroksidasi secara lambat membentuk asam formiat dalam udara. Titik didihnya 96°C pada tekanan 1 atm, berat jenis lebih besar daripada air (1,081-085), titik percik pada suhu 60°C , memiliki pH 2,8-4,0; dapat bercampur dengan air, alkohol, dan aseton. Dosis mematikan pada tikus sebesar 0,8 g/kg berat badan¹⁸⁴.

Penggunaan nonmedis meliputi penggunaan dalam produksi amino, fenolik, poliasetal resin, produksi kayu, plastik, pupuk, dan insulasi buih, sebagai tambahan pangan bersifat antibakteri, disinfektan, pengawet, dan penstabil serta untuk *finishing* tekstil. Penggunaan terapeutik dan kedokteran hewan adalah sebagai disinfektan, antiseptik, fumigant, juga digunakan dalam diare, mastitis, pneumonia, dan pendarahan internal¹⁸⁵.

¹⁸³ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁸⁴ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁸⁵ O'Neil *et al.* (2001).

3.2. Bahaya Formalin

Kontak berlebihan dengan formaldehida berpotensi untuk mengalami iritasi mata, hidung, tenggorokan, dan sistem pernafasan, batuk, bronkitis, penyebab lesi berdarah pada kulit atau eksim. Jika tertelan menyebabkan rasa sakit yang kuat segera setelah ingesti (menelan) di mulut, tenggorokan, dan lambung; mual, muntah, hematemesis, sakit perut, diare, pucat, berkeringat, sulit buang air kecil, kencing darah, vertigo, gemetar/tremor, koma, tidak sadar/pusing, kematian karena kesulitan pernafasan.

Gas formaldehida harus diantisipasi karena sifat karsinogeniknya terhadap manusia, sehingga penyimpanannya tertutup rapat dan pada suhu yang sedang (moderat)¹⁸⁶. Karsinogenik adalah sifat zat terhadap sel yang menimbulkan perubahan sel menjadi bersifat liar (*uncontrolled*) dan ini mengarah pada pembentukan sel tumor dan atau kanker.

3.3. Penyalahgunaan Formalin

Dinyatakan dalam Rehbein and Schimdt (1996)¹⁸⁷ bahwa ciri penggunaan konsentrasi formaldehida tinggi dalam produk berprotein adalah menghasilkan tekstur produk yang keras dan pengikatan air yang rendah. Hal ini dalam praktik sehari-hari dapat disalahgunakan untuk pembuatan produk daging seperti bakso, kerupuk ikan, lontong, dan gel cincau karena dengan bahan yang lebih sedikit, sifat kenyal dan keras sudah dapat diperoleh dengan menambahkan formalin; selain mengawetkan produk pangan tersebut karena sifat antiseptiknya. Tidak ada data jelas yang menunjukkan bahwa penjual atau pembuat produk-produk tersebut memahami dengan benar sifat-sifat dan risiko penggunaan formalin bagi kesehatan manusia atau konsumen.

Tidak mengherankan bahwa pengrajin memilih menggunakan formalin dalam usaha mereka, terlebih lagi jika mereka tidak memiliki latar belakang pengetahuan yang cukup mengenai zat itu. Pada

¹⁸⁶ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁸⁷ Rehbein and Schimdt (1996).

dasarnya masyarakat tidak banyak yang memahami formalin, karena penyebutan dalam proses jual-beli dipergunakan nama dagang untuk formalin. Pedagang biasanya hanya mengetahui bahwa pedagang formalin menyebutnya sebagai “obat”. Praktik penyalahgunaan formalin terbaru terjadi di rumah pemotongan ayam potong¹⁸⁸ yang digerebek oleh pihak kepolisian.

Fungsi formalin sebagai antibakteri maupun desinfektan menggoda pedagang makanan tergiur, karena keawetan produk yang membuat mereka dapat menyimpan produk yang belum laku dalam jangka waktu yang lebih lama. Sekali lagi hal ini menguntungkan karena mengurangi biaya pembelian peralatan pembeku atau pendingin yang juga memerlukan biaya pengoperasian dan perawatan. Sementara biaya pembelian formalin murah serta mampu mengawetkan sampai beberapa minggu¹⁸⁹ merupakan daya tarik yang belum dapat digantikan pengawet lain. Dalam ilmu kedokteran telah diketahui bahwa jenazah diawetkan menggunakan formalin dan disimpan dalam ruang pembeku dapat dipertahankan selama bertahun-tahun untuk praktikum anatomi.

Pengujian keberadaan formalin dalam produk perikanan¹⁹⁰ terus dikembangkan, misalnya di Jerman metode pengujian kadar formaldehid yang berlebihan menggunakan metode sederhana tetapi akurat terus dikembangkan, mulai dari metode pengasaman untuk mendapatkan formaldehida bebas maupun jumlah total formaldehida bebas dan terikat menggunakan metode persiapan sampel yang didisitilasi menggunakan sampel yang telah diasamkan. Prinsip reaksi kimia yang mendasari adalah bahan berprotein (daging ikan dihacurkan dalam medium air dan ditambahkan larutan *Carrez I* yang mengandung 15% (b/v) $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3 H_2O$ dan *Carrez II* mengandung 30% (b/v) $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$. Zat dalam larutan *Carrez* menyebabkan protein terdenaturasi dan membebaskan formaldehida yang terikat oleh protein. Pengujian sederhana yang mudah

¹⁸⁸ KOMPAS, 16/9/2015.

¹⁸⁹ Puspasari (2007).

¹⁹⁰ Rehbein dan Schimdt (1996).

diterapkan di lapangan seperti area produksi atau tempat pelelangan ikan menjadi alat yang sangat bermanfaat untuk pengamanan kualitas produk perikanan yang sehat.

3.4. Evaluasi Kritis

Penggunaan formalin sebagai pengawet pangan dalam rupa larutan 37% formaldehida masih menjadi perbantahan. Penerapan sebagai bahan tambahan pangan telah disebutkan¹⁹¹. Banyak pelaku industri pangan mengukui kenyataan titik didih formaldehida rendah dan formaldehida cenderung membentuk trioksimetilen. Di udara juga terdapat formaldehida. Namun, penguapan formaldehida cenderung menghasilkan trioksimetilien sedang penyimpanan pada suhu rendah setiap milyar bagian akan terjadi satu bagian yang teroksidasi membentuk trioksimetilen (CAS no. 110-88-3).

Dinyatakan pula bahwa trioksimetilen ini merupakan reduktor sangat kuat, yang reaktivitasnya dapat disamakan berkebalikan dari reaksi antioksidan yang mencegah oksidasi. Toksisitas trioksimetilen lebih memberi efek racun ke lingkungan, sedang efek ke manusia tidak banyak didukung dengan data, WHO pun tidak memiliki daftar tentang senyawa ini¹⁹².

Nilai ambang formaldehida yang dapat ditoleransi tikus telah dinyatakan 0,8 g/kg berat badan. Tikus sering digunakan sebagai makhluk pengganti manusia dalam penelitian uji terhadap kehidupan. Jika manusia dewasa rata-rata memiliki berat badan 60 kg, maka dosis mematikan mengacu pada percobaan menggunakan tikus tersebut adalah 48 g formaldehida/orang. Jika penggunaan formaldehid dalam jajanan dengan konsumen utama anak-anak usia sekolah dasar dengan rata-rata berat badan 10-15 kg, maka dosis mematikan adalah 8-12 g/anak.

Pembandingan yang memperhitungkan dasar pemilihan pedagang makanan menggunakan formalin jika umur simpan makanan dapat diawetkan tanpa suhu beku selama satu bulan, maka

¹⁹¹ O'Neil *et al.* (2001).

¹⁹² pesticideinfo.org

penghematan terhadap biaya pengoperasian alat pembeku dalam satu bulan menggunakan tarif listrik rumah tangga terendah Rp1.355,29/kWh¹⁹³ dengan minimal ikan yang ditangani sebesar 1 kwintal memerlukan daya 100 kwh, maka beban pendinginan setara biaya listrik (100 kwh/bulan x Rp 1.355,29/kwh) yaitu Rp 135.530/bulan dapat digunakan membeli formalin pasar Rp 7.500/L atau teknis (kepekatan 37%) Rp 58.500/L¹⁹⁴ dan dibawa ke laut setelah diencerkan. Formalin adalah jauh lebih hemat dan praktis dibawa melaut dalam jangka waktu lama.

Jika konsumen menderita kanker karena sifat karsinogenik formaldehid dengan biaya pengobatan kemoterapi¹⁹⁵ (salah satu contoh biaya obat Rp 24,4 juta/bulan) dan biaya perawatan rumah sakit dan biaya dokter secara ekonomi materi ratusan juta. Namun, kerugian psikologis pada pihak keluarga tentu tidak dapat dihargai dengan materi secara ekonomi seperti hitungan tersebut di atas. Jadi, dalam lembaga pendidikan yang tujuan dasarnya adalah memperbaiki kehidupan, maka risiko kehilangan kehidupan (mati) atau kehidupan yang terancam tidak sejahtera (menderita sakit dalam hidup) merupakan ukuran yang lebih universal dalam menyikapi kasus penyalahgunaan formalin dalam pangan.

Evaluasi terhadap proses pengolahan produk daging pada umumnya adalah melalui pemanasan yang memungkinkan penguapan formaldehida dalam produk. Akan tetapi, informasi penambahan formalin pada tahap apa dalam proses pengolahan pangan tersebut menjadi sangat penting. Jika daging mentah atau pada tahap pencampuran yang diberi perlakuan menggunakan formalin, maka selama proses pengolahan tahap berikutnya ada kemungkinan terjadi penurunan kuantitas formaldehida karena penguapan, atau terjadi perubahan kimia dari formaldehida menjadi trioksimetilen.

¹⁹³ Biaya penyesuaian tarif PLN Maret 2016.

¹⁹⁴ Katalog bahan kimia, 2015.

¹⁹⁵ *KOMPAS*, 21/7/2014.

Berdasarkan hasil penelitian Rehbein and Schimdt¹⁹⁶, dapat disimpulkan bahwa protein yang mengalami denaturasi dapat membebaskan formaldehid dan pemberian asam juga mencegah reaktivitas trioksimetilen yang dinyatakan sebagai reduktor kuat pada kondisi basa. Oleh karena itu, ada kemungkinan dalam proses pengolahan yang biasanya menambahkan bumbu-bumbu berupa garam (gabungan asam dan basa sehingga netral) dan bumbu-bumbu lain (bawang putih, merica, dll.) berpeluang untuk meningkatkan reaktivitas reduktor 50% karena garam dapat terurai menjadi basa dan asam; atau bumbu-bumbu kelompok herbal tersebut mengandung antioksidan yang dapat menjadi *counterpart* pembentukan ikatan dengan formaldehida ataupun senyawa turunannya.

Jika keberadaan trioksimetilen dalam produk memungkinkan oksidasi trioksimetilen terjadi secara lambat, maka dalam produk formalin berubah bentuk menjadi asam formiat¹⁹⁷ yang juga disebut sebagai asam semut, karena menimbulkan rasa iritasi seperti digigit semut. Hal ini dapat terjadi pada produk yang disimpan dalam jangka waktu lama. Di sini terletak dasar polemik penggunaan formalin dalam pangan, yakni apakah terjadi penyalahgunaan atau tidak, nilai ambang yang ditetapkan dipertanyakan kembali, pada tahap mana dalam rantai pasokan jumlah tersebut berisiko?

Kelebihan dosis dapat dipertegas dengan total jumlah yang masih tersisa (residu formaldehida) di dalam produk saat dikonsumsi oleh konsumen, sehingga dari rangkaian proses pengolahan dan penyimpanan yang dialami produk, pada tahap hulu (bahan mentah)

¹⁹⁶ Rehbein and Schimdt (1996).

¹⁹⁷ Asam formiat berupa cairan tidak berwarna, berbau tajam menyengat; titik didih pada tekanan 1 atm adalah 100,8 °C, titik leleh 8,4 °C, densitas 1,220 g/cm, pKa 3,75, indeks bias 1,3714. Titik percik 59 °C. tegangan permukaan 37,67 dyne/cm. viskositas 1,784 cP. tetapan dielektrik 57,9. tekanan uap 33,55 mmHg, panas fusi 3031 cal/mol, panas penguapan 104 cal/g, campuran azeotrope dengan air 77,5%b/b, titik didih 107,3 °C. reduktor yang kuat. bercampur dengan air, ether, aseton, etil asetat, metanol, etanol, lart sebagian dalam benzen, toluene, xylene. Dosis mematikan pada tikus 1,1 g/kgberat badan. Paparan pada bagian tubuh menimbulkan kulit terbakar, dermatitis, nausea, lacrimation, rhinorrhea, batuk, dispnea. Penggunaan pada silage, penanganan pakan hewan, asidulant pada pengecatan serat alami dan sintetik, penyamakan kulit, koagulan lateks karet, bahan kimia sintesis.

penggunaan dosis tinggi yang telah diperhitungkan dengan cermat, mungkin telah mengalami penurunan pada batas aman.

Permasalahan mendasar yang terletak pada praktik pemantauan di lapangan adalah sarana uji singkat dan akurat pada setiap tahap pengolahan sampai dengan tahap konsumsi tidak tersedia. Selain itu, pedagang sederhana seperti UMKM dalam praktik usahanya menggunakan peralatan masak pada umumnya (rumah tangga); tidak memiliki timbangan analitis untuk jumlah bahan kecil seperti di perusahaan atau laboratorium. Masyarakat Indonesia pada umumnya, dalam konteks pengolahan rumah tangga dan UMKM, menggunakan ukuran rumah tangga seperti: sendok teh, sendok makan, gelas dan lain-lain, yang tentu memiliki akurasi terbatas.

Fakta ini menjadi tantangan untuk program pendidikan teknologi pangan dan etika, agar memberi perhatian serius mengenai kesenjangan pada masalah ini, sehingga pengawasan dapat dilakukan secara lebih baik. Dengan demikian, keunggulan manfaat yang dimiliki formalin dapat dikendalikan tidak sampai menimbulkan risiko tidak sehat, tidak aman, bahkan mengancam jiwa seseorang. Program pembelajaran di perguruan tinggi dan kegiatan pemberdayaan masyarakat perlu dirumuskan, agar masyarakat terbantu dengan informasi yang tepat dalam praktik melakukan usaha pangan sebagai sumber penghidupannya, tanpa mengancam kehidupan sesama manusia lainnya.

4. Kasus *Outbreak*/Katering/Warung/Jajanan

4.1. Pengertian *Outbreak*

Pengertian *outbreak* dapat disamakan dengan kata epidemi. Kejadian terkait kesehatan yang bersifat epidemik memiliki skala kejadian besar dan berdampak genting. Dalam istilah kesehatan, kejadian epidemi juga sering dinyatakan sebagai Kejadian Luar Biasa (KLB). Yang dibahas dalam buku ini adalah *outbreak* yang terkait dengan timbulnya penyakit atau permasalahan kesehatan akibat dari konsumsi pangan (*food borne illness/diseases*). Peristiwa disebut

kejadian luar biasa karena seharusnya dengan aktivitas konsumsi pangan yang pada umumnya, kejadian keracunan atau gangguan kesehatan tidak terjadi, tetapi karena sesuatu hal yang merupakan keterkaitan dengan faktor berpengaruh atau faktor penentu yang terabaikan, memicu keracunan atau permasalahan kesehatan tersebut terjadi.

Contoh yang umum terjadi adalah berita sekelompok masyarakat mengalami diare secara massal di suatu wilayah atau lokasi akibat dari pesta yang diselenggarakan. Kejadian lain adalah seke-luarga mengalami keracunan setelah bersantap makanan tertentu baik yang diberi maupun yang dimasak sendiri di rumah. Pada tahun 2014 lalu terjadi keracunan yang ternyata ditimbulkan dari kecambah di dalam salad di negara maju dan karena perusahaan besar, maka kejadian melibatkan korban di banyak negara bagian. Perusahaan terkait menghancurkan semua produk dan menjalankan tindakan perbaikan sanitasi dan higiene menyeluruh terhadap fasilitas perusahaan. Kejadian pada 30 September 2014, akhirnya melalui investigasi pihak berwenang, maka diperoleh kesediaan perusahaan membuang produk yang masih disimpan dan membersihkan fasilitas pada 24 November 2014.

Bukan hanya kerugian material dalam hal ini yang menjadi pusat perhatian, tetapi juga bahwa kelalaian di perusahaan memberi risiko kepada pihak lain (konsumen) dalam keadaan bahaya. Banyak kejadian di masa lalu di Indonesia, seperti keracunan tempe bongkrek, timbul karena bakteri kontaminan yang menghasilkan racun bongkrek dari ampas kelapa yang dicampurkan dalam pembuatan tempe. Makanan tradisional, terutama berbasis fermentasi menggunakan mikroba, memiliki risiko tinggi menjadi penyebab kasus *outbreak* (=KLB). Tidak menutup kemungkinan bahwa kejadian epidemik disebabkan oleh makanan modern yang tidak diproses berdasarkan kaidah-kaidah kebersihan dan kesehatan pribadi (*higiene*). Jika mengunjungi laman *World Health Organization* (WHO) sampai Januari 2016 kejadian *outbreak* di seluruh dunia dapat diperoleh.

Lokasi kejadian selain di area pesta atau rumah tangga, berdasarkan dokumentasi dan pemberitaan ditemukan juga lokasi kejadian epidemi di sekolah-sekolah, rumah sakit, atau dapur umum. Fokus dalam pengertian *outbreak* adalah kejadian yang mampu mencakup massa atau sekelompok orang. Bergantung pada tingkat kegawatan/kegentingan dampak yang ditimbulkan, epidemi dapat membawa korban jiwa sampai meninggal dunia. Untuk mengukur tingkat risiko fatal pihak berwenang seperti Dinas dan Departemen Kesehatan menetapkan angka indeks yang disebut dengan risiko fatal (*case fatalistic rate*, CFR).

$$\text{CFR} = (\text{jumlah korban meninggal}) / (\text{jumlah kejadian})$$

Tampak dari perhitungan bahwa kasus keracunan massal meningkatkan nilai CFR karena dalam sekali terjadi kasus risiko korban yang terlibat menjadi semakin banyak dan terhitung sebagai satu kasus kejadian.

Upaya untuk mencegah kejadian epidemi menjadi perhatian serius bagi kita, karena KLB sebenarnya merupakan indikator tingkat kebersihan dan higiene dari individu dan kelompok masyarakat. Akan tetapi, hal yang merupakan kekhilafan seorang individu dapat merugikan banyak pihak. Oleh karena itu, *outbreak* merupakan kejadian yang perlu diminimalkan kejadiannya.

4.2. Ancaman Massal *Outbreak*

Menurut Supraptini¹⁹⁸ kasus keracunan makanan dapat disebabkan oleh banyak faktor antara lain pertumbuhan bakteri patogen yang menghasilkan racun selama pertumbuhannya, zat kimia, parasit, cacing, virus, dan pencemar alami. Kejadian yang paling serius adalah akibat dari makanan yang mengandung patogen. Sumber-sumber yang memberi risiko terjadi kasus keracunan makanan secara umum meliputi: lalat, tangan, air, tanah, dan makanan. Keracunan makanan sering dikategorikan sebagai KLB karena dampaknya sering tidak satu

¹⁹⁸ Supraptini (2002).

orang tetapi sekelompok orang karena makanan minimal disajikan pada satu keluarga. Untuk kejadian lain, jika makanan disajikan pada suatu perayaan, cakupan korban semakin luas.

Keracunan makanan di masa lalu sering terjadi karena tingkat sanitasi lingkungan dan higienitas perorangan yang rendah. Dengan kemajuan zaman dan teknologi, kasus keracunan telah menurun secara signifikan. Penyediaan air bersih merupakan salah satu upaya yang berhasil menurunkan tingkat keracunan, khususnya makanan terkait dengan air untuk keperluan memasak dan mencuci.

Data yang dilaporkan ke Direktorat Higiene Sanitasi makanan dan minuman serta Sub Direktorat Pengamatan Epidemiologi Penyakit, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia terbatas karena tidak semua kasus dilaporkan oleh masyarakat. Di Indonesia untuk kurun waktu 1995-2000, kasus keracunan makanan terjadi terutama karena masakan rumah tangga, *katering*, dan makanan yang dijajakan penjaja/kaki lima. Kasus-kasus tersebut juga disertai dengan korban meninggal dunia. Hal yang menarik adalah kasus keracunan makanan massal tidak hanya di pesta/perayaan, tetapi terjadi di dapur rumah sakit, dapur asrama, pondok pesantren, restoran, industri makanan, juga dapur umum ketika tanggap darurat dilaksanakan akibat bencana. Penyebab yang terdeteksi meliputi bakteri pathogen dan jamur, zat kimia termasuk pewarna makanan, senyawa nitrit, dan pestisida. Bakteri meliputi *Vibrio cholera*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella*, *Salmonella*, *E. coli*, dan *Pseudomonas*. Data Supraptini¹⁹⁹ menunjukkan bahwa hampir di semua provinsi di Indonesia terjadi kasus keracunan makanan, akan tetapi kasus terbanyak justru terjadi di Jawa.

Kemungkinan kejadian di Luar Jawa tidak dilaporkan atau memang dari sanitasi lebih baik karena kondisi alam masih jauh dari polusi serta tingkat kepadatan penduduk yang rendah. Sumber air dari mata air juga masih lebih baik daripada di Jawa. Sering juga makanan menjadi penyebab penyebaran penyakit seperti infeksi

¹⁹⁹ Supraptini (2002).

Shigella, *Salmonella*, *Streptococcus*, disentri, dan hepatitis infeksiosa²⁰⁰. Lebih lanjut Supraptini merinci pathogen pembentuk toksin yang meliputi *Staphylococcus*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus*, dan *Bacillus cereus*. Bahan pangan, seperti: susu, telur, dan daging ikan ataupun mamalia, merupakan bahan yang berisiko tinggi terkontaminasi dan menjadi media pertumbuhan mikroba.

Sementara jamur yang patut diwaspadai adalah *Aspergillus flavus* pembentuk racun aflatoksin yang karsinogenik (penyebab kanker hati) sering menggunakan biji-bijian seperti kacang-kacangan sebagai tempat tumbuh terutama ketika setelah pemanenan proses penjemuran tidak mengalami penurunan kadar air pada titik kritis dengan segera. Belakangan ini diberitakan epidemi hepatitis A tinggi di kalangan mahasiswa kos di Bogor²⁰¹ dan dinyatakan oleh pimpinan perguruan tinggi terkait sebagai KLB. Penyebaran hepatitis tidak seperti kasus epidemi lain yang memiliki jangka waktu kejadian dan konsumsi singkat (dapat kurang dari satu hari), penyebaran hepatitis perlu waktu panjang dan perlu menguji kondisi darah agar diketahui kinerja organ hati penderita. Hal ini akan berekor panjang karena terjadi secara senyap. Beban biaya pengembalian kesehatan masyarakat meningkat yang dibebankan kepada pemerintah dan memerlukan proses panjang. Produktivitas masyarakat dapat menurun drastis karena penderita hepatitis tidak dapat bekerja keras, selain juga dapat mengarah ke proses kanker hati.

Kejadian keracunan makanan akan meliputi kawasan yang lebih luas, jika sumber keracunan ada pada makanan yang diproduksi oleh suatu industri makanan seperti mi instan dan biskuit. Distribusi pemasaran produk yang dilakukan oleh industri lebih luas, sehingga risiko yang ditimbulkan menjadi lebih tinggi dan potensi untuk meningkatkan nilai CFR menjadi bertambah.

²⁰⁰ Supraptini (2002).

²⁰¹ Ambrosius Harto, "IPB Adakan Pemeriksaan Massal Mahasiswa di Bogor", dalam *KOMPAS*, 11/12/2015.

Dalam penelitian Supraptini²⁰² telah ditunjukkan bahwa Dinas yang berwenang telah menyediakan media dan panduan untuk mencapai tingkat kesehatan yang baik dari aspek sanitasi dan higieine. Akan tetapi, diakui bahwa tahap sosialisasi dan pendidikan kepada masyarakat dinilai sangat kurang. Hal yang paling mencengangkan adalah pelaporan kejadian yang ditimbulkan dapat terjadi karena perilaku gegabah ,sebagai contoh kasus biskuit beracun nitrit terjadi karena unsur kekeliruan yang seharusnya ditambahkan adalah soda kue tetapi ternyata menambahkan soda nitrit²⁰³. Faktor kelalaian manusia seperti ini menjadi catatan penting untuk mendapatkan solusi terbaik pada buku ini yang diusulkan sebagai upaya untuk melampaui permasalahan yang ada.

Kasus KLB bahan makanan tambahan anak sekolah yang pernah terjadi dan dilaporkan disebabkan oleh pertumbuhan *E. coli*²⁰⁴, *Vibrio cholera*²⁰⁵ dan *Staphylococcus*²⁰⁶ di dalam bubur kacang hijau serta makanan jajanan yang dijual di kantin sekolah meliputi nasi kuning, sate babi, teh manis, kue nagasari, ayam suwir, mie sayuran, tempe bacem, telur bumbu bali, sambal, dan kerupuk beras. Dugaan peneliti melalui penelusuran kejadian di kantin sekolah²⁰⁷ ditengarai penularan melalui sumber yang umum. Artinya, ada pihak yang terkontaminasi dan terjadi penyebaran infeksi karena data juga menunjukkan siswa tidak mengkonsumsi makanan yang dijual di kantin sekolah juga mengalami sakit (6,06-78,79%).

Kemungkinan lain adalah penyediaan yang memiliki rentang jangka lama sampai tahap konsumsi melebihi ketahanan makanan ditumbuhi bakteri dari lingkungan tempat makanan berada/disimpan, seperti kasus bubur kacang hijau yang dibagikan di sekolah. Pemahaman masyarakat mengenai sifat-sifat mikrobia perlu ditingkatkan karena, seperti *Staphylococcus*, menghasilkan racun yang

²⁰² Supraptini (2002).

²⁰³ Supraptini (2002).

²⁰⁴ Supraptini (2002); Wijanarko dan Arsil (2007/2008); Suarjana dan Agung (2013).

²⁰⁵ Suarjana dan Agung (2013).

²⁰⁶ Supraptini (2002).

²⁰⁷ Suarjana dan Agung (2013).

tahan dalam pemanasan air mendidih. Apalagi jika tahap penyimpanan bahan pembuat bubur tidak baik, pencucian tidak secara optimal membersihkan kontaminan, dan penyimpanan setelah pemasakan juga tidak baik. Akibatnya, risiko yang telah ada pada tahap awal (bahan baku) tetap ikut terbawa pada tahap selanjutnya. Makanan panas yang ditunggu mendingin juga memberi peluang mikroorganisme bertumbuh, karena suhu hangat selama proses pendinginan justru menjadi kondisi optimal permulaan perkecambahan mikroorganisme dari spora yang tidak termatikan selama pemasakan.

Keracunan akibat racun alami dari tanaman sering berupa sianida yang sangat mematikan, meskipun sebenarnya pencucian dengan air dapat membebaskan bahan pangan yang secara alami mengandung sianida menjadi aman, karena sianida mudah larut dalam air. Pencucian dengan air mengalir atau merendam selama beberapa waktu setelah dipotong-potong dinilai cukup untuk menjamin keamanan racun alami sianida.

Kasus kejadian keracunan juga bukan merupakan hal mudah untuk dideteksi oleh masyarakat kebanyakan terlebih untuk kasus keracunan sianida yang mematikan dalam waktu sangat singkat (hitungan detik) memberi efek fatal pada organ pernafasan, jantung, dan otak; dan hitungan menit membawa kematian. Kasus keracunan makanan banyak terjadi karena ketidaktahuan, tidak sengaja, dan kelalaian; kasus kesengajaan merupakan dampak dari perilaku individu yang memiliki potensi kriminal.

Meskipun dari penelitian Supraptini²⁰⁸ tampak bahwa ada sebagian nilai CFR menurun dari tahun ke tahun, akan tetapi tantangan ke depan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi juga semakin nyata. Keamanan pangan dari kasus keracunan makanan semakin menjadi pusat perhatian, karena era industrialisasi yang mengandalkan kepraktisan makanan yang disediakan oleh perusahaan atau jasa-jasa boga. Hal ini sangat riskan jika etika

²⁰⁸ Supraptini (2002).

seseorang dalam berperilaku terhadap sesama manusia semakin dangkal/terkikis. Siapa yang berwenang untuk mengimplementasikan etika pangan?

Kekhawatiran mengenai industrialisasi makanan tidak berlebihan karena di negara maju seperti di Amerika Serikat, disitir oleh Fardiaz²⁰⁹ bahwa kasus keracunan makanan yang disebabkan oleh makanan yang disiapkan oleh industri jasa boga sebesar 77%, industri pangan 3%, dan rumah tangga sebesar 20%. Dari sini tampak bahwa perilaku yang bertujuan untuk melayani umum yang tidak dikontrol dengan baik, meskipun tingkat sanitasi lingkungan sudah baik (negara maju), merupakan faktor tertinggi. Akar masalah yang telah diteliti di Amerika disitir oleh Fardiaz²¹⁰ dirinci sebagai berikut: tahap pendinginan yang tidak tepat (55,8%), tahap pemanasan ulang yang tidak tepat (19,7%), penyiapan lebih dari 12 jam sebelum dikonsumsi (30,8%), penyimpanan hangat tidak tepat (16,2%), dan higiene penyaji tidak baik (24,2%).

Di Indonesia, kasus keracunan akibat jasa katering terbanyak disebabkan oleh bahan baku yang tercemar, penyiapan makanan terlalu lama dari waktu dikonsumsi, dan penghangatan kembali makanan yang kurang²¹¹. Hal ini ditambah dengan regulasi yang tidak tersistem di Indonesia, misalnya persyaratan utama usaha katering seperti pemilik dan pengelola wajib memiliki pengetahuan dan pemahaman tentang sanitasi makanan. Pengelola dan pemilik jasa boga masih sangat sedikit²¹² yang memiliki pengetahuan tentang sanitasi dan keamanan pangan, maksimal 30% dari responden yang diteliti pernah mengikuti penyuluhan tentang sanitasi. Lebih lanjut Fardiaz menekankan bahwa untuk usaha katering di Indonesia yang memiliki keragaman produk tinggi dan sistem usaha yang kompleks menyulitkan penetapan standar.

²⁰⁹ Fardiaz (1994).

²¹⁰ Fardiaz (1994).

²¹¹ Fardiaz (1994).

²¹² Fardiaz (1994); Wijanarko dan Arsil (2007/2008).

Beraneka ragam makanan jajanan terdapat di Indonesia, dan penelitian mengenai kelompok makanan ini telah dimulai pada tahun 1990-an, tetapi belum tuntas dan masih memerlukan banyak upaya untuk menetapkan standard mutu dalam praktik pembuatan dan distribusi pangan sehat dan aman kepada masyarakat umum. Wijanarko dan Arsil²¹³ telah melakukan penelitian untuk beberapa jenis jajanan di kawasan wisata sebagai tempat yang juga memiliki risiko tinggi karena konsumen yang memiliki mobilitas tinggi (wisatawan) dan dalam kurun waktu tertentu mungkin telah lupa jenis-jenis makanan yang dikonsumsi. Hal ini dapat terjadi jika kasus keracunan makanan terjadi setelah selang waktu yang cukup untuk inkubasi atau absorpsi. Racun yang memerlukan penyerapan dan distribusi ke dalam tubuh melalui peredaran darah, memerlukan waktu sampai pengosongan makanan dalam lambung yang berjangka sekitar dua (2) jam setelah konsumsi.

4.3. Ketidakpedulian Produsen dan Jasa Boga

Kesadaran atas risiko bahaya sering berbenturan dengan kemampuan secara ekonomi untuk memenuhi persyaratan sarana dan prasarana penjaja makanan. Dari hasil survei yang dilakukan oleh Wijanarko dan Arsil²¹⁴ tampak bahwa masih ada pedagang yang tidak mampu menyediakan lemari pendingin untuk bahan pangan ataupun produk yang mudah rusak (penjaja makanan utama, camilan, dan minuman) sebanyak 42,9-57,1% responden. Sementara itu, responden yang mengerjakan praktik jasa boga sesuai dengan ketentuan untuk mencuci peralatan makan yang disajikan untuk konsumen yang makan di tempat menggunakan air mengalir lebih sedikit karena alasan kepraktisan dan hemat air, sebesar 80-85%, setelah dicuci tidak dikeringkan dengan lap 70-78%, tidak dilap 22-30%; belum diperiksa apakah lap yang digunakan dijamin kebersihannya. Mengenai sisa makanan yang tidak terjual dan dijual kembali 45-68%, namun ini perlu untuk dirinci lebih lanjut

²¹³ Wijanarko dan Arsil (2007/2008).

²¹⁴ Wijanarko dan Arsil (2007/2008).

apakah makanan yang dijual kembali tipe kelembaban rendah atau sedang. Kelembaban merupakan faktor penentu pertumbuhan mikroorganisme dan kerusakan komponen kimia pangan. Tantangan mengenai etika pangan di Indonesia adalah kenyataan bahwa 100% dari pedagang yang diteliti tidak pernah mengalami keluhan dari pelanggan.

Di Indonesia peristiwa kejadian keracunan massal yang tercatat meliputi keracunan karena mi instan, makanan jajanan, biskuit, tempe bongkrek, program makanan tambahan anak sekolah. Wibawa²¹⁵ meneliti faktor berpengaruh dalam KLB keracunan pangan di sekolah dengan sumber penjual jajanan di sekolah dasar. Data Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia yang diamati oleh Wibawa²¹⁶ memprihatinkan dan perlu diberi perhatian khusus, karena KLB keracunan pangan di tahun 2004 adalah 152 kali dengan CFR 29,61% dan pada tahun 2005 sebanyak 184 dengan CFR 26,63%. Kondisi makanan jajanan di sekolah menurut data BPOM masih jauh dari persyaratan kesehatan, yaitu memiliki angka hitung bakteri (32,72%) dengan angka perhitungan bakteri *coliform* yang mungkin sebesar (16,05%), mengandung sakarin (29,01%), siklamat (24,69%), mengandung pewarna makanan berbahaya Rhodamin B sebesar (8,64%), dan dideteksi ada formalin (3,09%).

Hasil penelitian Wibawa²¹⁷ dimodelkan dan ditetapkan menggunakan rancangan percobaan potong lintang (*Cross sectional*) dan menggunakan penetapan variabel dipilih faktor multivariat yang berisiko menyebabkan KLB keracunan pangan pada $p \leq 0,25$ menghasilkan faktor berisiko sebagai berikut: pengetahuan (0,028); perilaku (0,009); peralatan (0,039); dan sarana air bersih (0,037). Penelitian mengeliminasi semua faktor multivariat berisiko berdasarkan nilai kemungkinan yang terbesar yang memberi nilai kesalahan beta terkecil, sehingga tertinggal satu faktor utama yaitu perilaku. Jadi, dari faktor-faktor yang dianalisis berpeluang memberi risiko

²¹⁵ Wibawa (2008).

²¹⁶ Wibawa (2008).

²¹⁷ Wibawa (2008).

menyebabkan KLB keracunan pangan di sekolah dasar melalui makanan jajanan adalah perilaku dari penjual dengan persamaan $\text{Logit (kontaminasi makanan)} = 0,297 + 1,158 * \text{perilaku} = 0,81$. Penelitian telah melakukan validasi data melalui kuesioner dan tetap menemukan bahwa faktor perilaku merupakan faktor murni yang memberi risiko kontaminasi.

Seiring dengan penelitian Wibawa²¹⁸ telah dilakukan perbandingan penelitian kontaminasi bakteriologis *E. coli* pada penjual makanan di kaki lima, restoran/rumah makan dan catering/jasaboga oleh Djaja²¹⁹. Berpijak pada data Departemen Kesehatan (1984) bahwa di Jakarta kontaminasi *E. coli* makanan restoran di hotel 33,3%, restoran di luar hotel 31,3%, jasa boga 38,2%, warung 32,9%, pedagang kakilima 40,7%, dan industri makanan 21,3%; penelitian khusus kontaminasi *E. coli* dilakukan. Konfirmasi data tersebut oleh peneliti didapatkan pada tahun 1999-2000 di Jakarta Selatan. Kontaminasi *E. coli* pada Pedagang Kaki-lima 22,4%, Rumah Makan 26,3%, dan Jasaboga 11,8% yang menunjukkan dalam kurun waktu sekitar 16 tahun perubahan temuan tentang *E. coli* dapat diapresiasi meski masih cukup tinggi.

Berdasarkan faktor yang diteliti mengapa kontaminasi *E. coli* tetap terjadi, peneliti mendapatkan data kontaminasi *E. coli* bahan makanan tertinggi pada Pedagang Kaki-lima (51,8%) tetapi kontaminasi dari tangan penyaji tertinggi pada Restoran/Rumah Makan (18,8%). Data ini mendukung penelitian Wibawa²²⁰ secara lebih spesifik bahwa perilaku tidak baik terdapat pada restoran/rumah makan lebih tinggi daripada pedagang kaki lima. Perbedaan mencolok pada kedua hal tersebut bahwa pada restoran/rumah makan sebenarnya memiliki tingkat kontaminasi bahan baku dan makanan yang disajikan lebih rendah, tetapi kontaminasi tangan lebih tinggi. Sementara itu kontaminasi pada faktor lain yang diteliti seperti air, pewadahan, makanan matang, dan makanan yang disajikan tidak

²¹⁸ Wibawa (2008).

²¹⁹ Djaja (2008).

²²⁰ Wibawa (2008).

berbeda nyata. Dalam upaya untuk melampaui masalah, perlu diberi perhatian besar untuk memiliki program terencana yang membawa perubahan perilaku.

Perilaku yang tidak peduli terhadap pihak lain yang menggunakan jasa pelaku menunjukkan sifat tidak peduli. Dalam banyak kasus KLB permulaan terjadi berakar dari perilaku yang tidak selayaknya, meskipun hal sederhana seperti mencuci tangan, menggunakan sarung tangan, dan menutup mulut dan hidung menggunakan masker. Ketidakedulian pelaku baik pada tahap produksi dan distribusi membawa akibat kepada pihak konsumen yang dilayani, berbayar pula. KLB yang membawa korban jiwa juga menekankan betapa penting kepedulian segenap pihak terkait dalam rangkaian penyediaan sampai dengan penyajian makanan terhadap jiwa seseorang.

4.4. Evaluasi Kritis

Mengingat *outbreak*/katering/warung/jajanan yang melakukan rangkaian penyediaan bahan makanan, mengolah, dan menyajikannya, maka etika penyedia pangan harus disadari sungguh-sungguh oleh pengusaha dan karyawan-karyawan *outbreak*/katering/warung/jajanan. Tanggung jawab yang dipikul mereka sangat penting, terutama dasar teori akan tanggung jawab mereka, yakni teori perhatian semestinya (*the due care theory*). Penyedia pangan memperlakukan orang lain/konsumen sebagai tujuan pada dirinya sendiri. Apabila mereka lalai akan tanggung jawab tersebut, alhasil konsumen banyak dirugikan, bahkan mereka akan meninggal dunia (ancaman massal *outbreak*).

Para penyedia pangan harus menyadari bahwa mereka adalah penjamin keamanan pangan yang mereka sajikan. Konsumen yang mengonsumsi makanan siap saji yang aman akan menjadi rakyat yang sehat. Rakyat yang sehat akan berproduksi karya-karya terbaik mereka.

Oleh karena itu, para penyedia pangan memerlukan pemahaman akan sanitasi, sifat-sifat mikroba, mutu dan keamanan pangan.

Sosialisasi, seminar-seminar difasilitasi oleh pelbagai pihak, terutama pemerintah. Akhirnya, sistem penjaminan mutu dan keamanan pangan perlu diorganisir sedemikian rupa sehingga dapat mengawal mutu dan keamanan pangan dengan baik.

5. Kasus *Brownies* Narkoba

5.1. Pengertian Bahan Narkotika dan Obat Bius

Badan Narkotika Nasional Republik Indonesia menetapkan berdasar UU RI No 22 / 1997 menyatakan demikian.

“Narkotika, yaitu zat atau obat yang berasal dari tanaman atau bukan tanaman, baik sintetis maupun semisintetis yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi sampai menghilangkan rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan”.

Tanaman penghasil opium adalah *Papaver somniferum* L atau *P. album* Mill., dari genus *Papaveraceae* yang tumbuh di Asia Minor, Persia, China, Africa, India. Tanaman ini juga dibudidayakan di negara-negara Balkan, Hungaria, Jepang, dan Rusia Selatan. Di Jepang disebut *ikkanshu*. Opium mengandung 20 alkaloid, terdiri dari 25% meconic acid, beberapa asam laktat dan sulfurik, gula, senyawa menyerupai resin dan *wax* (lilin); serta mengandung air 12-25%²²¹.

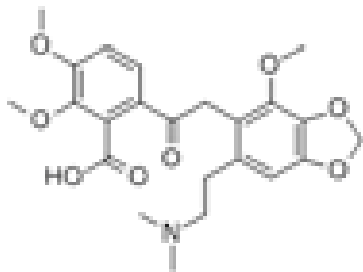
Getah opium diperoleh dari eksudat putih seperti susu yang diambil dari kapsul tanaman *Papaver* yang belum matang ditoreh dan ditampung. Alkaloid yang penting berupa morfin, mencapai kadar 10-16%; noscapine 4-8%, codeine 0,8-2,5%; papaverine 0,5-2,5%; thebaine 0,5-2%²²². Senyawa terkandung dalam alkaloid getah *Papaver* merupakan substansi yang dikontrol; CFR 21. 329,1 dan 1.308,12. Namun, banyak penggunaan senyawa ini dalam dosis pengobatan yang aman sebagai analgesik, *antidiarhea*, dan *antitussive*.

²²¹ O'Neil *et al.* (2001).

²²² O'Neil *et al.* (2001).

Struktur molekul yang mengilustrasikan kebanyakan senyawa alkaloid di dalam narkotik dapat ditunjukkan pada **Gambar 4** sampai **Gambar 10** berikut.

Untuk memperoleh narceine, dapat dilakukan pemisahan dari liquor induk getah opium; senyawa ini sangat sulit dipisahkan dari morfin liquor. Narceine terdapat dalam opium 0,1-0,5%. Tata nama ilmiah untuk narceine ada dua, yaitu 6-[[[6-[2-(dimethylamino)-ethyl]-4-methoxy-1,3-benzodioxol-5-yl]acetyl]-2,3-dimethoxybenzoic acid atau 6-[[[6-[2-(dimethyl-amino)-ethyl]-2-methoxy-3,4-(methylenedioxy)phenyl]acetyl]-o-veratricacid²²³. Struktur kimia molekul narceine ditampilkan pada **Gambar 4**. Dalam bentuk anhidrat senyawa ini sangat higroskopis, titik leleh 138°C. Serapan maksimum UV dalam solvent etanol pada panjang gelombang 270 nm; larut dalam air, air panas; sedikit larut dalam pelarut organik; membentuk garam dalam larutan basa.



Sumber: Chemical Book, 2016

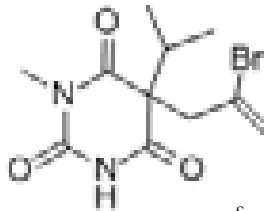
Gambar 4. Struktur Kimia Narceine; $C_{23}H_{27}NO_8$; 445,46 g/mol; CAS no. 131-28-2

Struktur kimia narcobarbital terdapat pada **Gambar 5**. Nama ilmiah untuk senyawa narcobarbital adalah 5-(2-Bromo-2-prpenyl)-1-methyl-5-(-1-methylethyl)-2,4,6(1H,3H,5H)- pyrimidine-trione; atau 5-(2-bromoallyl)-5-isopropyl-1-methylbarbituric acid; atau N-methyl-b-bromoallylisopropylbarbituric acid; atau 5-isopropyl-5-(b-bromoallyl)-N-methylbarbituric acid; atau Enibomal²²⁴. Kristal

²²³ O'Neil *et al.* (2001).

²²⁴ O'Neil *et al.* (2001).

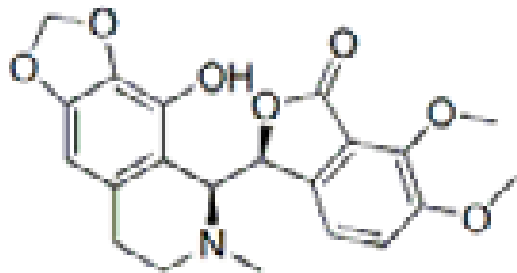
dari larutan etanol, titik leleh 115°C, memiliki rasa pahit, larut dalam etanol, methanol, pyridine, larutan aqueous alkali, merupakan substansi yang diawasi (*Controlled substances* sebagai *depressant*; CFR 21329-1; 1308-13. Penggunaan untuk terapeutik meliputi fungsi sebagai senyawa sedatif dan *anticonfulsant*²²⁵.



Sumber: Chemical Book, 2016

Gambar 5. Struktur Kimia Narcobarbital; $C_{11}H_{15}BrN_2O_3$; 303,16 g/mol;CAS no. 125-55-3

Nama ilmiah untuk narcotoline adalah desmethylnarcotine atau (3S)-6,7-dimethoxy-3-[(5R)-5,6,7,8-tetrahydro-4-hydroxy-6-methyl-1,3-dioxolo[4,5-g]-isoquinolin-5yl]-1(3H)-isobenzofuranone. Zat ini terdapat pada cangkang biji papaver matang. Narcotoline bersifat mudah larut dalam kloroform, asam encer, dan alkali encer dari KOH dan NaOH²²⁶. Narcotoline secara kimia dapat diilustrasikan pada **Gambar 6**.

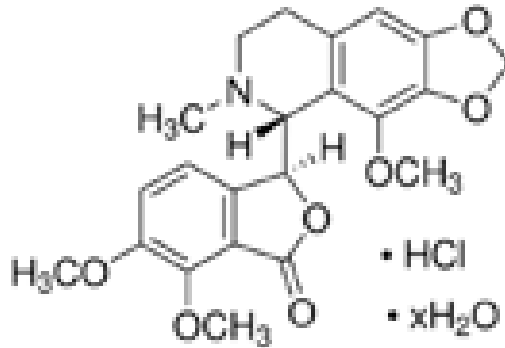


Sumber: Chemical Book, 2016

Gambar 6. Struktur Kimia Narcotoline; $C_{21}H_{21}NO_7$; 399,39 g/mol;CAS nomor 521-40-4

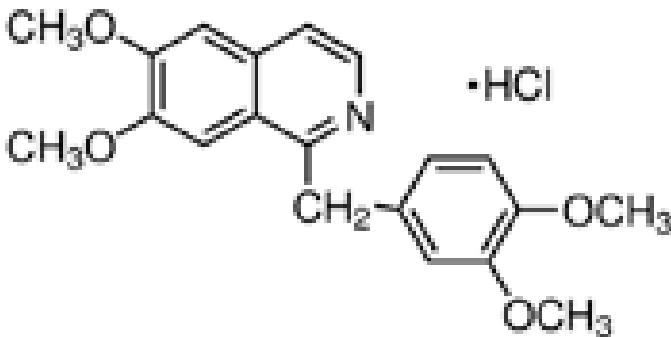
²²⁵ O'Neil *et al.* (2001).

²²⁶ O'Neil *et al.* (2001).



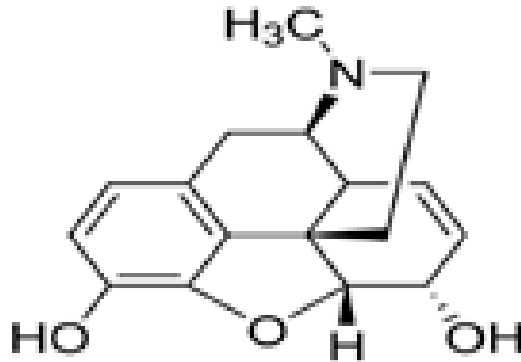
Sumber: Sigma aldrich

Gambar 7. Struktur Kimia Noscapine hydrochloride hydrate $C_{22}H_{23}NO_7 \cdot HCl \cdot xH_2O$; anhidrous 449,88 g/ml (Sinonim: **Narcotine hydrochloride**, CAS no. 912-60-7)



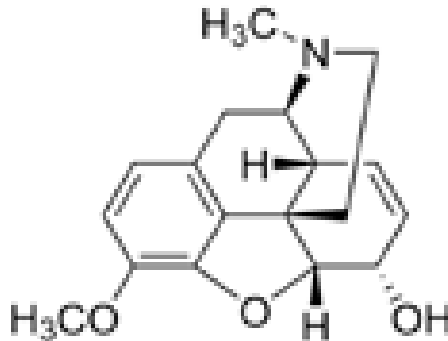
Sumber: Sigma Aldrich

Gambar 8. Struktur kimia Papaverine $C_{20}H_{21}NO_4 \cdot HCl$; 375,85 g/mol; CAS Number 61-25-6 (Sinonim: **6,7-Dimethoxy-1-veratrylisoquinoline hydrochloride**)



Sumber: Sigma Aldrich

Gambar 9. Struktur Kimia Morphine $C_{17}H_{19}NO_3$; anhidrat 285,34 g/mol; CAS Number 6009-81-0; Sinonim: **(5 α , 6 α)-7,8-Didehydro-4,5-epoxy-17-methylmorphinan-3,6-diol monohydrate**



Sumber: Sigma Aldrich

Gambar 10. Struktur Kimia Codeine, $C_{18}H_{21}NO_3$; 299,36 g/mol; CAS Number 76-57-3

Papaver memiliki buah tempat biji disimpan dan diselubungi oleh cangkang. Jika cangkang ditoreh, maka diperoleh eksudat yang mengandung senyawa alkaloid yang bersifat sebagai bahan narkotika. Penelitian Fairbairn and El-Masry²²⁷ mendapatkan morfin terikat pada biji papaver yang berasal dari eksudat dalam cangkang. Di dalam eksudat ini morfin mengalami metabolisme secara cepat.

²²⁷ Fairbairn and El-Masry (1967).

Penghilangan eksudat selama proses pertumbuhan buah dan biji menyebabkan viabilitas kecambah biji papaver menurun. Akan tetapi, kondisi pertumbuhan normal dapat dicapai setelah 10 hari dan setelah kecambah biji papaver mampu mengeluarkan klorofil, karena sintesis normal dapat dipenuhi. Hal ini terjadi meskipun dalam kecambah yang berasal dari biji papaver telah mengalami penghilangan eksudat. Kandungan alkaloid di dalam biji/getah papaver bersifat sedatif, analgesik, *antitussive*, dan antidiarhea.

Pendeteksian keberadaan senyawa narkotika dilakukan menggunakan metode kromatografi pewarnaan setelah alkaloid diekstraksi mengikuti metode ekstraksi alkaloid pada umumnya, yaitu meliputi tahap hidrolisa asam, pelarutan dengan kloroform, kemudian pengendapan dengan basa, dan kemudian dielusi menggunakan kromatografi²²⁸. Preparasi sampel secara lebih praktis dan cepat telah dikembangkan dengan menggunakan sentrifugasi dengan prinsip reaksi sama dengan metode sebelumnya.

Penelitian terhadap pecandu narkotika selama pelacakan berseri 33 tahun menunjukkan dampak konsumsi narkotika melibatkan pecandu dalam kasus kriminal, kesehatan yang buruk dalam jangka panjang, kesehatan mental yang buruk²²⁹. Penghentian konsumsi narkoba dapat memperbaiki kondisi buruk pada relawan yang diteliti.

Sebenarnya komposisi gizi pada biji papaver baik dan mengandung zat yang menyehatkan seperti jenis minyak tidak jenuh, mineral tinggi, vitamin E, dan makro komponen tertinggi berupa minyak dan serat. Kimia biji papaver dari berbagai varietas ditampilkan pada **Tabel 3**. Untuk bahan pangan, maka alkaloid harus dipisahkan atau limbah pabrik farmasi perlu dimanfaatkan.

Penelitian hereditas tanaman berbagai varietas papaver menunjukkan bahwa pengendalian kadar morfin di dalam biji papaver dimungkinkan dengan meningkatkan kadar *phtalideisoquinoline*

²²⁸ Fairbairn dan El-Masry(1967); Parker dan Hine, *reproduced from National Clearinghouse for Mental Health Information, National Institutes of Mental Health US, 1966.*

²²⁹ Hser *et al.* (2001).

alkaloids melalui pengelolaan benih silang dari varietas yang memiliki kadar *phtalideisoquinoline alkaloids* tinggi²³⁰ yang berbiji pada kondisi banyak cahaya. Terdapat beberapa negara yang memang membudidayakan papaver untuk mendapatkan biji untuk memenuhi kebutuhan anasthesi yang memerlukan hal sebaliknya (sedikit cahaya). Di daerah tropis semestinya lebih aman membudidayakan papaver untuk tujuan pangan mengingat kualitas nutrisi yang baik tersebut. Tampak dalam hal ini peran etika menjadi penting karena dapat menentukan arah tujuan yang positif.

Tabel 3. Kimia Biji dari Tujuh Varietas Papaver²³¹

Komponen	Unit	Minimum	Maksimum
Protein kasar (N x 6,25)	%	11,94±1,27	13,58±0,87
Abu kasar	%	4,921±1,023	6,254±0,967
Abu tidak larut HCl	%	0,718±0,012	1,676±0,064
Serat kasar	%	22,63±1,94	30,08±3,41
Minyak kasar	%	32,43±3,21	45,52±3,56
Ca	ppm	8.756,8±123,4	10.702,4±34,5
Cd	ppm	0,2±0,0	0,3±0,1
Cr	ppm	2,3±0,8	5,2±1,1
Cu	ppm	9,6±1,1	27,3±1,4
Fe	Ppm	64,1±2,3	104,5±5,4
K	Ppm	6.012,1±65,2	10.535,7±45,6
Mg	Ppm	3.406,8±27,3	3.872,2±37,9
Mn	Ppm	60,9±4,3	78,0±5,6
Na	Ppm	533,0±27,6	1.489,4±32,1
P	Ppm	9.081,4±65,3	12.769,0±89,7
Pb	Ppm	0,3±0,0	1,6±0,4
Sr	Ppm	86,0±3,4	184,3±4,3
Zn	Ppm	21,3±1,6	45,2±4,3
Al	Ppm	11,2±1,4	41,3±5,3
α- tokoferol	Ppm	26,8±1,9	37,2±2,3
α- tokoferol	Ppm	309,5±13,7	567,3±23,6
Δ- tokoferol	Ppm	6,1±1,1	18,6±1,7
Palmitat	%	12,85	18,70

²³⁰ Nyman dan Hansson (1978).

²³¹ Ozcan dan Atalay (2006).

Komponen	Unit	Minimum	Maksimum
Stearat	%	2,40	4,30
Oleat	%	13,11	24,13
Linoleat	%	52,60	71,50
Linolenat	%	0,16	0,50

5.2. Dampak Narkoba terhadap Sumber Daya Manusia

Bahan narkotik sebagian besar memiliki kesamaan sebagai zat yang memberi efek relaksasi dan menghilangkan rasa sakit. Penggunaan terbesar adalah di rumah sakit, sehingga banyak kegiatan operasi di ruang bedah memerlukan senyawa-senyawa kelompok narkotik. Penggunaan bahan narkotik diawasi dengan ketat dan dokter yang bertanggung jawab terhadap anastesi merupakan dokter spesialis yang memiliki integritas tinggi. Tujuan penggunaan di dalam ruang bedah adalah untuk menyelamatkan jiwa manusia akibat permasalahan kesehatan yang dideritanya.

Penemuan senyawa narkotik menjadi dilematik, karena itu budidaya tanaman heroin dan ganja atau sejenisnya juga dibatasi dengan sangat ketat. Bagian dari tanaman kelompok *Papaveraceae* menghasilkan biji yang mengandung semua senyawa alkaloid penyusun narkotik. Jadi, getah narkotik memiliki macam-macam kandungan alkaloid. Alkaloid sebenarnya merupakan zat untuk daya tahan tanaman menghadapi hama dan penyakit. Senyawa ini memiliki rasa pahit dan memberi kesegaran, bahkan dapat mencegah orang istirahat karena interaksinya dengan susunan syaraf.

5.3. Perusakan Sistematis Kualitas Sumber Daya Manusia

Susunan syaraf merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia. Kerusakan pada susunan syaraf mulai yang ringan adalah tidak dapat menggerakkan anggota badan jika yang terkena kerusakan adalah bagian syaraf motorik. Penyalahgunaan zat narkotik dapat menyebabkan kecanduan yang efeknya menderita sepanjang umur, karena kelemahan dalam organ tubuh yang terkena sistem syarafnya.

Penelitian Hser *et al.*²³² mendapatkan kesimpulan bahwa pecandu yang diikuti selama 33 tahun sampai kematiannya sering mengalami permasalahan kesehatan serius dalam jangka panjang. Penderitaan terkait syaraf dalam jangka panjang tentu merupakan penurunan produktivitas individu yang bersangkutan dan masa depan yang memerlukan pemikiran serius.

Kerusakan kualitas sumber daya manusia yang menyalahgunakan senyawa narkotik patut dilawan dengan serius, karena itu juga berarti perusakan kehidupan yang bersangkutan dan secara kemasyarakatan menjadi beban keluarga dan masyarakat. Karena penyalahgunaan bersifat sengaja, suatu program penyadaran dan menolak narkotik merupakan satu-satunya jalan, agar individu tidak terjerumus atau tergiur coba-coba tidak berpikir panjang akan dampaknya.

5.4. Evaluasi Kritis

Narkotika yang dicampurkan ke dalam brownies dapat menimbulkan ketergantungan. Ada modus baru dalam memasarkan narkoba, yakni mengolah bahan narkoba dalam bentuk kue *brownies*. Hal ini menunjukkan bahwa pengedar narkoba menempuh pelbagai cara, termasuk mengolahnya menjadi makanan. Cara memasukkan narkoba ke dalam kue brownies merupakan cara mudah untuk mendapatkan uang. Namun pengedar tidak berpikir bahwa narkoba dapat menimbulkan kerusakan bagian syaraf motorik penggunaanya, sehingga konsumsi kue *brownies* menjadi ketagihan.

Produsen kue *brownies* menggunakan narkoba yang merupakan obat terlarang, bahkan sanksinya berat apabila melanggarnya, karena pemerintah mengontrol ketat narkoba tersebut. Produsen ini melanggar hukum positif. Selanjutnya, penulis berharap bahwa produsen menghadapi hukum bukan sekadar rangkaian unsur-unsur pasal, melainkan ramuan tuntutan-tuntutan kebenaran, keadilan, kesamaan, dan kebaikan bersama.

Prinsip etik pangan yang dicerai oleh produsen kue *brownies* adalah terutama *product liability*, tanggung jawab bisnis untuk

²³² Hser *et al.* (2001).

menyediakan produk yang aman. Jelas produsen *brownies* tidak menyiapkan kue *brownies* yang aman. Ia tidak jujur dalam membuat kue *brownies*.

Pelanggaran etika pangan dari produsen kue *brownies* adalah pelanggaran yang paling berat dibanding dengan kasus kriminalisasi pangan yang sebelumnya. Karena produsen kue *brownies* melanggar prinsip-prinsip etis dan hukum positif. Objek etis primer dari kasus kue *brownies* adalah menjual ganja²³³. Jadi, tujuan tindakannya (*finis operis*) adalah menyediakan kue *brownies*. Sedangkan tujuan pelaku (*finis operantis*) adalah pengedaran narkoba.

Lebih mendalam, produsen tersebut tidak memiliki sikap kepribadian moral, kejujuran. Ia tidak memiliki kualitas utama, yakni jujur, satu nilai universal yang mendasari moralitas. Tanpa kejujuran, bangunan moralitas manusia akan runtuh berantakan.

6. Monopoli Tanaman Pangan Rekayasa Genetik

6.1. Pengertian Monopoli

Kegiatan perdagangan dalam ilmu ekonomi dapat terjadi dengan model monopoli. Monopoli merupakan bentuk pemusatan kekuasaan untuk melakukan perdagangan di pihak-pihak tertentu, yang biasanya tergolong kecil di antara masyarakat, sehingga massa dalam populasi menjadi korban. Hal ini karena dalam penentuan kesepakatan perdagangan, massa yang banyak tidak memiliki posisi tawar untuk melakukan negosiasi. Monopoli merugikan banyak pihak, karena keberhasilan mendapatkan keuntungan tidak dibagikan untuk kesejahteraan bersama. Jaminan bahwa pelaku monopoli merupakan pihak yang sedia berbagi tanpa memandang perbedaan suku/etnis, agama, bangsa, dan kelas sosial tidak dapat diberikan.

Praktik monopoli perdagangan terkait hasil pertanian rekayasa genetik ditengarai oleh Zainuddin²³⁴ dalam bentuk dominasi

²³³ Bdk. *KOMPAS*, 14/04/2015: "Selain memproduksi kue ganja, IR juga membuka toko penyedia alat isap sabu, kertas untuk rokok ganja, dan souvenir dari bahan ganja di Blok M Plaza dengan nama Toko Hemp".

²³⁴ Zainuddin (1994).

negara utara (negara berkembang) terhadap negara selatan (sedang berkembang) melalui keberhasilan teknologi maju, terutama penerapannya di bidang pangan. Pelaku monopoli memiliki kekuatan modal dan juga jejaring dari kalangan industri terkait (misal benih, maka industri pupuk, insektisida, peralatan pertanian, dan seterusnya) disertai dengan lembaga riset pemerintah, swasta ataupun universitas dalam skala dunia.

Jejaring yang terbentuk sering terwujud sebagai perusahaan multinasional yang beroperasi pada kebanyakan lahan pertanian di negara berkembang. Penerapan bioteknologi maju dengan peralatan yang super mahal sampai USD 6.000 juta²³⁵ dengan hanya memprioritaskan tanaman yang menjadi komoditas penting (*alfalfal*, jagung, *rapeseed*, kapas, dan lain lain). Keterlibatan pemerintah dalam mengelola negara juga tergeser dengan semakin banyak kursi diisi oleh pihak perusahaan swasta yang mengendalikan kebijakan dan kurang memperhatikan pihak yang kecil.

Hal itu sebenarnya merupakan konsekuensi logis yang terjadi atas penggelontoran dana-dana dari pihak swasta ke pemerintah. Intervensi perusahaan besar juga menggusur arah penelitian dan ilmuwan di universitas, sehingga tidak lagi menggeluti plasma nuftah setempat dalam pengembangan potensi dasar kehidupan; tetapi mengandalkan benih-benih komersial yang diimpor dan menjanjikan hasil yang lebih baik daripada benih lokal. Apakah sistem komersial benih dengan perlindungan paten ini tidak melanggar etika?²³⁶

Di Eropa posisinya sangat membingungkan. Konvensi Paten Eropa melarang pemberian paten bagi varietas tanaman dan binatang, sedangkan Komisi Eropa telah mengusulkan agar makhluk hidup dapat dipatenkan. Akhirnya, Kantor Paten Eropa memberikan

²³⁵ Zainuddin (1994).

²³⁶ Zainuddin (1994): "Pemberian hak paten untuk gen masih merupakan masalah yang sangat kontroversial di negara-negara Utara. Anggota masyarakat mencemaskan etika pemberian paten bagi makhluk hidup, terutama jika organisme yang dimodifikasi secara genetik adalah binatang. Bdk. K. Bertens, *Keprihatinan Moral*, Kanisius, Yogyakarta, 2003, hlm. 81-88: masalah etis di sini adalah keamanan hayati, yang memiliki dua aspek, yakni aman bagi kesehatan konsumen dan aman bagi lingkungan hidup.

hak paten pada tanaman, binatang dan bahkan gen manusia, sementara pihak pembuat kebijakan sedang berdebat²³⁷. Selanjutnya, Parlemen Eropa telah mengusulkan agar jika tanaman atau binatang dipatenkan, para petani seharusnya hanya membayar royalti sekali saja, ketika tanaman maupun binatang hasil modifikasi pertama kali diperolehnya. Persoalan monopoli tanaman pangan rekayasa genetik berlanjut pada persoalan hak milik intelektual²³⁸ dan hak milik intelektual masyarakat²³⁹.

Menurut Zainuddin²⁴⁰ tanaman yang dibudidayakan sampai saat ini merupakan proses seleksi dan pemeliharaan oleh petani secara turun-temurun sepanjang sejarah pertanian di dunia ini. Proses seleksi yang berlangsung lambat oleh petani secara konvensional dinilai mampu memelihara keragaman hayati dan dalam keseimbangan dengan laju evolusi alam raya. Sebaliknya, penyisipan gen ke dalam tubuh tanaman hasil rekayasa genetika dapat berlangsung secara massal dalam laboratorium. Kewaspadaan perlu diberikan ketika tanaman hasil rekayasa genetik dilepas di lahan pertanian dengan teknik penyerbukan secara alami dapat mencemari tanaman alamiah yang ada di sekitarnya. Akibat dari kemungkinan ini para ahli yang pro perlindungan alam memprediksi dalam kurun waktu tertentu

²³⁷ Biodiversity – What’s at Stake? CIIR, London, September 1993.

²³⁸ Pihak-pihak komersial AS mendesak untuk memberlakukan HPT (Hak Pemulia Tanaman) dan perlindungan paten di seluruh dunia atas varietas benih hasil rekayasa biologi dan teknologi serta gagasan yang berkaitan, sejalan dengan paten menyeluruh yang telah diberikan di AS. Namun, ahli-ahli HMI (Hak Milik Intelektual) Malaysia, Guardial Nijar dan Chee Yoke Ling mengingatkan bahwa negara-negara Selatan kemungkinan akan mengalami tekanan perdagangan untuk “menyelaraskan” peraturan-peraturannya dengan peraturan-peraturan Utara, sehingga memaksa mereka untuk memberlakukan larangan terhadap penyimpanan benih oleh para petani (Third World Resurgence – November 1993).

²³⁹ Pemberian paten dapat memperburuk aliran sumber daya satu arah. AS baru-baru ini memberikan paten bagi insektisida versi hasil rekayasa genetika dari pohon mimbo India (*Azadirachta indica*) yang kemampuannya telah diamati dan digunakan selama beberapa generasi oleh masyarakat India. Contoh lain meliputi hak paten yang diberikan bagi sifat yang dimiliki sejenis tanaman buah berry untuk membunuh ikan di Ghana. Kemampuan khusus tanaman ini telah diamati dan dikembangkan selama berabad-abad, demikian kata Andrew Mushita pada Panos. Menurut Andrew Mushita dan Tewolde Egziabher (Herbarium Nasional Ethiopia), masyarakat, selain juga individu, seharusnya didaftarkan secara hukum sebagai inovator dan memperoleh hak milik intelektual.

²⁴⁰ Zainuddin (1994).

kejadian ini menuju pada suatu kondisi sebagai erosi genetika²⁴¹. Terlebih lagi ketika gen yang disisipkan sering berasal dari bakteri karena mikroorganisme ini yang paling mudah untuk dimanipulasi secara genetik serta waktu penggandaan gen singkat dibandingkan dengan organisme tingkat tinggi. Hal ini memungkinkan produksi massal tanaman rekayasa genetik dapat berlangsung masif dan dengan kecepatan tinggi yang tidak seimbang dengan evolusi alam raya.

Bank-bank genetika yang dipelihara ibu pertiwi dinilai terancam, karena untuk keberlanjutan di masa depan hasil evolusi belum dapat diprediksi, sementara galur murni alamiah tanaman yang telah teruji berabad-abad mampu menyesuaikan diri dengan evolusi alam raya dalam jangka sangat panjang kemungkinan kehilangan sebagian material gen yang diperlukan untuk adaptasi terhadap hasil evolusi di masa depan. Erosi genetik seperti ini dapat menjadi bumerang bagi kelestarian kehidupan, karena penopang pangan terletak pada tanaman.

Hal ini kontras dengan anggapan banyak ilmuwan pada saat ini yang memandang bahwa satu-satunya jalan memenuhi kebutuhan pangan dunia dengan penduduk sekitar 7,3 milyar (data pada tahun 2015) adalah mengandalkan potensi teknologi rekayasa genetik tanaman, terutama tanaman pangan. Sementara itu, sampai detik ini, analisis dampak lingkungan tanaman rekayasa genetik terhadap alam belum dilakukan, karena tingkat kompleksitas yang tinggi. Apakah erosi genetik terbukti tidak mengancam kelestarian kehidupan di dunia? Di sisi lain, analisis keamanan pangan hasil rekayasa genetik juga belum dapat dijawab tuntas oleh berbagai kelompok riset di dunia.

Kepemilikan perusahaan besar bergerak di bidang benih tanaman hasil rekayasa genetik adalah perusahaan yang dimiliki oleh produsen agrokimia (pupuk, insektisida, herbisida, dan lain-lain). Oleh karena itu, ketergantungan petani yang menanam benih hasil rekayasa genetik sangat tinggi terhadap perusahaan ini sepanjang

²⁴¹ Zainuddin (1994).

praktik bertani mereka. Selanjutnya, tanaman yang menjadi resisten terhadap pestisida memerlukan generasi pestisida yang berikut/terbaru dan ini bergulir terus-menerus, karena kerusakan di tanah akibat penerapan bahan kimia baru belum dapat diatasi oleh evolusi bumi yang berlangsung lambat.

Pada titik tertentu, petani telah mengalami kesulitan mempraktikkan pola bertani konvensional, karena perubahan ekosistem dan sifat kimia tanah tidak dapat diatasi oleh mereka dengan ketrampilan yang dimiliki dari generasi sebelumnya. Petani berada dalam keadaan sulit bertahan menghidupi keluarganya. Perlawanan terbesar mengenai praktik budidaya tanaman hasil rekayasa genetik tercatat terjadi di India pada tanggal 2 Oktober 1993 di Bangalore²⁴² didukung oleh 500.000 petani dengan tuntutan pengembalian hak milik intelektual masyarakat dan kedaulatan atas benih mereka. Petani bergabung di dalam Kelompok Tani *Karnataka Rajya Raittha Sangha*. Mereka juga menentang hak paten perusahaan transnasional Amerika dalam insektisida dari tanaman nimba, tanaman asli dari negara India. Ketua kelompok tani tersebut, M.D. Nanjundaswamy, mengatakan demikian.

“Ketentuan-ketentuan kepemilikan paten oleh perusahaan transnasional akan melemahkan kemampuan negara-negara Selatan untuk melindungi jaminan pangan dan warisan genetik mereka. Ketentuan tersebut akan memungkinkan perusahaan-perusahaan mendominasi pasar benih, sehingga menimbulkan erosi dan keseragaman genetik serta memaksa para petani kecil untuk gulung tikar”.

Sementara itu, perkembangan bioteknologi di bidang pertanian padi memberikan keleluasaan laboratorium di bawah sponsor Yayasan Rockefeller, juga kepada petani dan pemerintah, serta kepada perusahaan swasta di negara berkembang untuk mendapatkan pengetahuan mengenai teknologi yang dipatenkan oleh Yayasan Rockefeller²⁴³. Yayasan ini berkembang dalam memberi keseimbangan

²⁴² Zainuddin (1994).

²⁴³ Zainuddin (1994).

terhadap perusahaan raksasa transnasional yang menguasai hak paten atas bank genetik tanaman dan hasil rekayasa genetiknya. Yayasan Rockefeller bergerak dengan meneliti sendiri terlepas dari perusahaan komersial tersebut.

Dukungan secara hukum yang dijanjikan oleh negara maju seperti *Conversation and Use of Agro-Ecological Diversity, ACTS press, Nairobi, 1992* dan Agenda 21 (sebuah dokumen KTT Bumi mengenai pembangunan berkelanjutan) perlu terus-menerus diupayakan realisasinya agar tidak terjadi ancaman keberlangsungan kehidupan di belahan dunia yang lain, sementara kelimpahan yang tidak terserap oleh negara-negara maju diprediksi akan menjadi ancaman kelestarian hidup segenap bangsa di masa depan.

Telah ada upaya keadilan ke negara berkembang melalui program bioteknologi pertanian berkelanjutan USAID (1991) dengan sasaran tanaman buah, sayur, dan pepohonan. Khusus untuk tanaman pangan, fokus diberikan ke tanaman jagung, kentang, ubi, dan kelompok *Curcubitaceae* (*squash*, labu, ketimun, dan melon). Kegiatan ini dipusatkan di negara-negara seperti Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand, Mesir, Kenya, Zimbabwe, Brasil, Kosta Rika, dan Meksiko²⁴⁴.

Penerapan pertanian berbasis benih hasil rekayasa genetik merambah ke aspek terkait seperti distribusi zat kimia pendukung pertanian hingga ke sungai dan tersebar ke alam tanpa mampu dikontrol dengan mudah. Tanaman di sekitar sungai yang tidak mengenal penerapan zat kimia baru ini juga terpapar, sehingga tingkat penurunan keragaman hayati secara tajam dan ini juga mengancam rantai makanan flora dan fauna secara keseluruhan, karena pakan untuk binatang tertentu mulai sulit diperoleh. Keragaman hayati merupakan pilar untuk menjaga rantai makanan di dalam ekosistem terus berlangsung. Selain itu, masyarakat luas secara tidak langsung menjadi terpapar zat kimia yang telah tersebar luas di lingkungan hidup tersebut. Fasilitas air minum merupakan bagian penting

²⁴⁴ Zainuddin (1994).

yang membawa paparan kimia berbahaya (antara lain atrazine dan simazine) kepada masyarakat yang ditengarai menimbulkan kanker dan cacat lahir²⁴⁵. Senyatanya, tanaman yang dianggap tidak komersial yang selalu dibasmi oleh sistem produksi monokultur varietas unggul memiliki peran penting dalam rantai makanan di ekosistem, karena ada organisme di dalam rantai makanan ini yang memerlukannya dan menjaga keseimbangan seluruh keberadaan makhluk hidup di dalam biosfer bumi ini. Jadi, dapat disimpulkan bahwa praktik monopoli terhadap pangan membawa dampak luas terhadap kehidupan manusia lain, terhadap keseimbangan alam, dan selanjutnya dalam buku ini dikaji dampaknya terhadap kelestarian hidup manusia itu sendiri.

Tujuh hal yang menjadi tonggak untuk membahas pilar kehidupan manusia lestari meliputi hal-hal berikut.

1. erosi genetik pada bank genetik alami, yaitu tanaman alamiah itu sendiri dengan kandungan material genetik alami;
2. keamanan lingkungan hidup masyarakat dan organisme yang tidak mengandung bahan kimia berbahaya yang tersebarluaskan melalui fasilitas air sebagai bagian vital dalam kehidupan;
3. kemunculan spesies dengan karakteristik baru akibat terjadi resistensi dan atau bergantung pada keberadaan kimia berbahaya untuk dapat bertahan hidup atau perubahan struktur pertahanan tanaman terhadap ancaman hama dan penyakit;
4. dampak tidak langsung terhadap kesehatan manusia dan timbulnya kecacatan permanen sejak lahir;
5. pemiskinan pihak lain di luar lingkaran pihak yang memegang monopoli;
6. harapan pada proses yang dihasilkan oleh praktik pertanian konvensional yang telah berhasil selama berabad-abad menjaga keseimbangan antara evolusi alam lingkungan hidup, evolusi genetik tanaman dan organisme lain secara alami. Namun, secara pahit harus diakui bahwa praktik pertanian konvensional

²⁴⁵ Zainuddin (1994).

tidak memberi harapan dalam mengatasi kecukupan pangan untuk penduduk bumi dengan kecepatan pertumbuhan lebih tinggi daripada kecepatan pertanian berproduksi dan keterhimpitan semua pemangku kepentingan yang terlibat dalam pertanian di luar lingkaran monopoli.

Bagaimana upaya untuk melampaui keadaan dilematis ini? Sebelum melangkah lebih jauh, perlu ditinjau peran perkembangan ilmu ekonomi dalam kehidupan dunia, sehingga terjadi pemisahan ekstrim antara hukum alam dan kegiatan manusia. Ahli ekonomi John Stuart Mill²⁴⁶ mengambil posisi sebagai ilmu ekonomi yang memandang kegiatan produksi yang terkait dengan dinamika alam terpisah dari kegiatan manusia dalam hal mendistribusikan produk (kegiatan perdagangan). Tentu dalam ilmu ekonomi, orientasi kegiatan adalah keuntungan, meskipun sebenarnya aspek pemerataan keuntungan di antara mata rantai dalam jaringan produksi dan distribusi harus adil.

Analisis dalam seabad perkembangan ilmu ekonomi, setelah John Stuart Mill ternyata bergerak menuju fokus distribusi (pemasaran) semata dan tidak disadari telah terlepas dari rantai utuh rantai pasokan dari produksi yang bergantung pada alam hingga distribusi/perdagangan ke konsumen (pengguna) yang seharusnya mampu mengembalikan modal ke pihak produsen untuk melanjutkan kegiatan produksi secara sehat, tidak berlangsung. Klaim berikutnya adalah kesejahteraan terfokus pada pihak sepanjang rantai distribusi (pemasaran/penjaja) dan menampilkan tanpa beban keterpisahan dari produsen penopangnya. Secara bebas pelaku perdagangan berpindah/berganti kontrak pengadaan barang dari produsen lain untuk memenuhi permintaan klien (konsumen) di berbagai daerah dan tidak ada ikatan kemanusiaan jika produsen yang lama ditinggalkan merugi. Perputaran modal berada di lingkaran rantai pasar tidak kembali ke produsen. Di antara perkembangan ekonomi sempit

²⁴⁶ Bdk. Soetomo (1997).

menjadi pasar seperti itu, Gunnar Myrdal²⁴⁷ mengajukan pemikiran yang mengusung *political economy* bermuatan moral sosial yang melibatkan semua unsur dalam sistem sosial baik faktor ekonomi maupun non-ekonomi. Konsep *political economy* membawa peran mengembalikan ekonomi sebagai pranata kesejahteraan masyarakat yang dipandang dalam dimensi interdisipliner menyatu dengan realitas masyarakat.

6.2. Pangan Rekayasa Genetik

Dalam sejarah pertanian, kegiatan melakukan pemilihan kombinasi gen dari suatu komoditas pertanian dilakukan melalui pemuliaan tanaman. Ahli-ahli pemuliaan tanaman mengumpulkan berbagai varietas komoditas dan disebut dengan galur murni yang biasanya memiliki kestabilan genetik jika ditanam dari generasi ke generasi. Petugas melakukan persilangan-persilangan melalui metode sederhana terutama untuk tanaman yang memiliki tahap pembungaan dan pembuahan. Untuk tanaman umbi-umbian kemungkinan persilangan tampak lebih tidak mungkin. Pada tahap persilangan tersebut organ reproduksi memisahkan setengah kromosom sehingga jika disilangkan dengan varietas lain, diperoleh kombinasi genetik yang berbeda dari induknya.

Kegiatan tersebut di atas menurut Uzogara²⁴⁸ telah termasuk kegiatan rekayasa genetic, tetapi dinilai sebagai suatu perkembangan yang bersifat tidak presisi/sahih dan bersifat acak, serta perkembangan mendapatkan sifat-sifat yang dianggap komersial secara ekonomi lambat, yaitu dapat mencapai 20 tahun. Hasil persilangan dapat meleset dari harapan karena berbasis pada teori hereditas bahwa ada peluang 25% mendapatkan kombinasi keunggulan dari masing-masing galur murni yang disilangkan, 50% kombinasi keunggulan berpasangan dengan kelemahan genetik induk, dan 25% kombinasi genetik yang lemah dari kedua induknya, yang disebut gen resesif. Hasil persilangan kombinasi gen resesif ini

²⁴⁷ Bdk. Soetomo (1997).

²⁴⁸ Uzogara (2000).

yang paling dihindari oleh pemulia tanaman/makhluk hidup. Terkait dengan organisme rekayasa genetik, penerapan persilangan tidak dapat dilakukan antara sembarang spesies, tetapi kedua galur murni harus memiliki kekerabatan taksonomi biologi yang relatif dekat. Hal ini telah dimulai sejak masa silam sepanjang sejarah pertanian dimulai melalui budidaya tanaman pada tempat menetap setelah periode pengumpulan (*food gathering*) dan berburu.

Penelitian di bidang pemuliaan tanaman telah menuju ke penghasilan teknologi yang mengatasi waktu yang diperlukan untuk pemuliaan tanaman yang sangat lama, menghindari teknologi dengan risiko pemisahan kromosom dengan peluang baik dan jelek yang tidak dapat dikontrol oleh manusia dalam teori genetik, serta melakukan produksi-produksi bagian-bagian penting dari kehidupan seperti hormon, enzim, dan kimia pembasmi hama dan penyakit. Jadi, rekayasa genetik tidak hanya berfokus pada aspek perkembangbiakan, akan tetapi lebih luas lagi dari itu sehingga mencapai hampir seluruh aspek dalam rantai siklus produksi di bidang pertanian dan peternakan. Dalam hal ini sumber material gen tidak hanya tanaman, tetapi yang paling banyak dan mudah diproduksi massal dan dimanipulasi serta memiliki waktu perbanyakan yang singkat adalah mikroorganisme. Dengan demikian, produk-produk rekayasa genetik tidak hanya benih, tetapi juga hormon dan enzim, untuk berbagai keperluan produksi kebutuhan hidup termasuk pangan dan nonpangan.

Pada tahun 1960-an mulai dilepas organisme-organisme hasil perkembangbiakan rekayasa genetik dan juga hormon atau enzim yang menyertai kebutuhan tanaman hasil rekayasa genetik. Organisme baru ini dihadapkan pada kondisi pertumbuhan nyata (alam) yang berbeda dari kondisi penelitian di laboratorium yang teratur dan manipulatif. **Tabel 4** menunjukkan hasil rekayasa genetik pada masa-masa awal teknologi rekayasa genetik.

Setiap organisme memiliki materi genetik berupa asam deoksiribonukleat (DNA) yang terpisah menjadi jumlah setengah kromosom pada organ reproduksi, kemudian dari pasangan

jenis kelamin yang berbeda dapat diperoleh setengah kromosom berikutnya, sehingga terjadi organisme baru dengan membawa sifat-sifat yang diturunkan dari kedua induk asal kromosomnya. Teknologi lanjut telah mampu membuat sekuensi asam amino penyusun material genetic, sehingga dapat diketahui kesesuaian material gen yang dibutuhkan jika ingin menyisipkan material gen dari sekuen gen organisme lain. Metode pengaturan sifat genetik ini tidak perlu lagi melalui tahap normal, yaitu pada tanaman penyilangan setelah menunggu masa pembungaan yang bergantung pada musim.

Teknologi perbanyak organisme telah pula mencapai kemajuan luar biasa sehingga penggantian material genetik tidak hanya bergantung pada sel dari organ reproduktif seperti bunga, biji, akar, daun, dan seterusnya. Sebaliknya, penyisipan material genetik yang telah berhasil menjadi organisme baru menggunakan teknologi kloning. Kloning sebenarnya adalah metode menggandakan dan meniru material gen yang ditargetkan untuk diperbanyak. Tentu tahap ini meninggalkan jauh aspek dinamika alam melalui evolusi dalam jangka panjang.

Tampak bahwa teknologi rekayasa genetik sebenarnya merupakan metode yang diterapkan pada tahap penyediaan benih terutama dengan melakukan manipulasi genetik yang ditempuh dengan menyisipkan material gen asing atau dari genus lain yang memberi kesesuaian genetik sehingga berhasil dikembangbiakkan. Bakteri dan Arabidopsis merupakan organisme yang dijadikan model pembuatan organisme rekayasa genetik.

Saat ini tanaman hasil rekayasa genetik telah beredar di pasar dan juga diperjualbelikan antar negara. Beberapa negara telah menerapkan pelabelan yang ketat untuk produk yang mengalami rekayasa genetik, namun sebagian besar belum menerapkan regulasi karena memang belum memiliki perangkat dalam menetapkan regulasi. Penelitian yang menghasilkan organisme rekayasa genetik mayoritas ada di negara maju, sedangkan penanamannya berada di negara berkembang²⁴⁹.

²⁴⁹ Zainuddin (1994) pada Bab Dominasi Negara Utara.

Tabel 4. Sejarah Perkembangan Organisme Hasil Rekayasa Genetik (Uzogara, 2000)

Tahun	Temuan Rekayasa Genetik	Karakteristik	Keterangan
1967	Kentang Lenape	Kandungan padatan lebih tinggi untuk produksi <i>potato chips</i> .	Dilepas ke pasar, setelah dua tahun produksi racun solanin, kemudian ditarik oleh USDA dari pasar.
1979	Hormon rekombinan <i>bovine somatotropin</i> (rBST)	Meningkatkan produksi susu.	Injeksi ke sapi perah untuk meningkatkan produksi susu.
1980an	Transfer material genetik dan penanda sifat gen	Organisme baru hasil transfer material gen dari bakteri patogen <i>Agrobacterium tumefaciens</i> dan organisme tahan kanamycin.	Dikembangkan untuk berbagai manipulasi sifat tanaman termasuk tomat yang diperlambat proses pematangannya.
1983-1989	Pengembangan teknik rekombinan DNA	Transformasi gen tanaman dan binatang menjadi dapat dilakukan.	Penggunaan rBST dalam ternak sapi perah disetujui oleh pemerintah US ² .
1990	Enzim rekayasa genetik	Produksi enzim keju dengan rennet rekayasa genetic.	Pfizer Corporation disetujui produksi keju dengan rennet rekayasa genetik dan dilepas di pasar.
1991			American Pediatric Association menyetujui penggunaan rBST.

Tahun	Temuan Rekayasa Genetik	Karakteristik	Keterangan
1993	Hormon rekombinan rPST (<i>Porcinesomatotropin</i>)	Menghasilkan daging babi rendah lemak, memperbaiki konversi pakan menjadi daging dalam tubuh babi.	FDA menyetujui penerapan rBST untuk sapi perah.
1994	<i>Flavr Savr Tomato</i>	Tomat rekayasa genetik diperlambat pematangannya.	FDA menyetujui Corporation Calgene memproduksi dan melepas tomat <i>Flavr Savr</i> .
1996-1997	Teknologi klonning	Mengklon ternak dari sel embrio dan fetus ternak di Skotlandia bahkan dari sel mamalia dewasa.	
1998	<i>Terminator seed technology</i>	Menghentikan proses pembentukan biji sehingga dihasilkan tanaman tanpa biji.	
1999	<i>gene gun</i> atau <i>biolistic gun technique</i>	Material gen asing secara langsung ditembakkan ke dalam kromosom dari tanaman keras penghasil bahan pangan.	Menggantikan penggunaan material gen <i>Agrobacterium</i> .
1999	Tanaman tahan herbisida dan pestisida	Tanaman mendapat material gen agar tahan hama dan penyakit.	Produksi tanaman tahan herbisida dan pestisida oleh perusahaan benih .

Dalam bidang teknologi pangan, seperti produk yakult, mikroorganisme bakteri asam laktat juga telah mengalami rekayasa genetik dengan memberi simbol tertentu seperti *Lactobacillus casei* X. Hal seperti ini tidak akan disadari atau dipahami oleh konsumen pada umumnya, tetapi hanya dipahami oleh sekelompok orang tertentu, meskipun produk telah mencantumkan kode pada label kemasannya. Jadi, pembedaan organisme hasil rekayasa genetik dari organisme alamiahnya tidak mudah dibuktikan dan memerlukan pengetahuan dan teknologi tinggi juga yang tentu tidak dapat dimiliki oleh setiap konsumen.

6.3. Perusakan Sistematis Biosfer

Pembahasan mengenai kenyataan praktik monopoli yang memberi keringkahan posisi petani tidak terlepas dari arus utama dunia yang menjadikan praktik perdagangan menjadi global dan batas-batas negara menjadi nisbi. Posisi tawar semakin rendah ketika tata niaga dan distribusi benih dan pupuk tidak lagi menyisakan kedaulatan pada pihak petani. Dalam hal ini pemikiran tentang kekalahan manusia petani²⁵⁰ menjadi sangat gayut. Anehnya, sentuhan komunitas bangsa Indonesia sama sekali tidak terasakan keberpihakannya kepada petani, bahkan semakin banyak yang mengamini gaya hidup konsumtif hedonistik. Peralihan *Bank Rakyat Indonesia* menjadi bank yang mengarus-utamakan globalisasi merupakan pukulan bagi petani yang semakin jauh dari dukungan baik finansial, teknologi, dan pasar. Globalisasi dapat dipandang sebagai bentuk nyata liberalisasi yang ditentukan oleh mekanisme pasar²⁵¹. Epriliati dkk.²⁵² juga menemukan bahwa masyarakat petani sekalipun di kawasan urban tidak memiliki *sense* “seperasaan” dengan paket-paket kredit yang ditawarkan oleh bank, tetapi sebaliknya menemukan ‘tengkulak/pengepul’ sebagai ‘*real hero*’ karena mereka hadir dalam kesulitan yang petani hadapi meski setengah menjerat.

²⁵⁰ Soetomo (1997).

²⁵¹ Irianto (2014).

²⁵² Epriliati dkk. (2012).

Epriliati dkk.²⁵³ merekomendasikan adanya badan keuangan milik komunitas petani yang menopang keterhimpitan mereka dengan kondisi pembiayaan nafkah yang semakin bergantung pada perdagangan benih, pupuk, dan kepada tengkulak di masa panen. Upaya pelatihan yang mengajak petani memiliki jiwa wirausaha²⁵⁴ menunjukkan bahwa petani menghadapi banyak kendala untuk dapat merealisasikan peningkatan nilai tambah yang perlu diberikan pada hasil panen mereka sebelum dipasarkan agar mendapatkan margin keuntungan lebih baik daripada penjualan hasil panen apa adanya. Kendala nyata adalah ketiadaan gudang penyimpanan, jaringan pasar, dan tentu kebutuhan sehari-hari yang selalu minus setiap bulan sembari menanti masa panen yang sebagian besar bukan lagi milik petani. *Focus Group Discussion* dan *in depth interview* mendapatkan bahwa penghasilan petani hanya mencukupi 20-41% kebutuhan hidup²⁵⁵.

Senada dengan hal tersebut, keberpihakan kepada pihak yang perlu dibantu dan dilindungi melalui gerakan Hari Pangan Sedunia yang secara rutin digulirkan setiap tahun secara luas di seluruh dunia, senyatanya merupakan gerakan moral untuk pro-kehidupan setiap manusia dan dalam keseimbangannya dengan alam lingkungan tempat manusia hidup. Dalam konteks ini, Seputra dkk.²⁵⁶ memberikan konsep jejaring bela rasa antar semua pemangku kepentingan produksi pangan. Sampai dengan masa sekarang, banyak faktor yang belum mendapat perhatian layak untuk menjamin kedaulatan, keadilan, dan keberlanjutan sistem pangan di Indonesia meliputi komponen sebagai berikut.

- a. komponen produsen,
- b. komponen konsumen,
- c. komponen pemodal,
- d. komponen pasar,

²⁵³ Epriliati dkk. (2012).

²⁵⁴ Epriliati, dkk. (2013).

²⁵⁵ Epriliati dkk. (2013).

²⁵⁶ Seputra dkk. (2010).

- e. komponen teknologi, dan
- f. komponen jejaring yang memberdayakan anggota jaringan (mata rantai)

Keseluruhan komponen tersebut terlibat secara aktif dalam sistem yang disebut dengan rantai pasokan (*supply chain*). Seputra dkk.²⁵⁷ menjabarkan argumentasi mengenai pokok-pokok masalah dalam masing-masing komponen yang di Indonesia sampai saat ini belum mendapat perhatian serius (lih. **Tabel 5**).

Tabel 5. Faktor-faktor Keberlanjutan Sistem Pengadaan Pangan

Faktor	Permasalahan
Produsen/ Petani	Kemampuan petani dalam produksi pangan dan ketrampilan mengolah pangan yang sehat, bermutu dan berkelanjutan, secara khusus mengarahkan pada petani organik.
Konsumen	Kesadaran akan pangan yang sehat dan bermutu; sadar gizi dan teknologi pangan melalui upaya penganeekaragaman pangan lokal.
Modal	Kemudahan akses modal dari dan untuk petani, meliputi tanah, sarana produksi modal kerja; terutama di daerah.
Pasar	Pasar yang berkeadilan dan berkelanjutan dengan relasi antara produsen dan konsumen yang saling menghidupi.
Jaringan	Kerja sama yang berdaya guna antar pemangku kepentingan.
Teknologi	Ketersediaan teknologi tepat guna yang ramah lingkungan, termasuk benih, peralatan pertanian, pembuatan pupuk, bio-energi, teknologi pengolahan pangan.
Lumbung Pangan	Ketersediaan pangan yang sehat, bermutu, beranekaragam dan berkelanjutan berbasis model lumbung pangan.
Pemberdayaan Alam	Pengelolaan sumber daya alam yang tidak merusak tetapi mampu menjamin kesejahteraan bersama.

Sumber: Seputra dkk. (2010)

²⁵⁷ Seputra dkk. (2010), hlm. 12-13.

Intinya, bahwa Seputra dkk.²⁵⁸ merangkum permasalahan pangan adalah permasalahan kemanusiaan dan keberlanjutan hidup. Semua pihak yang terlibat dan berkepentingan dalam menjalankan tugas penyediaan pangan merupakan bagian dari kegiatan religiusitasnya untuk berkarya bagi Tuhan bukan untuk kepentingan diri sendiri semata. Banyak tokoh dalam religius berbeda-beda menunjukkan teladan bahwa tanggung jawab menghidupi sesama manusia dengan memberi makan merupakan tindakan yang mendukung hidup manusia secara lestari, sehingga orang yang kelaparan tidak meninggal (kehilangan hidupnya). Dalam hal ini pun nilai yang diangkat adalah nilai kemanusiaan dan keberlanjutan hidup.

Kajian pemikiran mengenai masalah pangan oleh Seputra dkk.²⁵⁹ mengarah pada penentuan akar masalah, hingga terjadi peningkatan penduduk lapar di dunia yang mencapai 1,02 milyar pada tahun 2009. Penyebab mendasar yang teridentifikasi adalah sebagai berikut.

1. gerakan globalisasi ekonomi,
2. lingkaran kerusakan lingkungan dan iklim berubah,
3. praktik pertanian yang tidak mendukung kecukupan pangan, dan terakhir
4. ketamakan manusia yang egoistik sehingga tidak peduli akan risiko yang timbul pada pihak di luar dirinya.

Inti keberlanjutan kehidupan adalah kebutuhan akan pelestarian lingkungan hidup yang layak untuk mencukupi kebutuhan, minimal kebutuhan utama, untuk hidup yang berlangsung dan saling mempengaruhi dari masa lalu, masa sekarang, dan masa akan datang. Oleh karena itu, keberlanjutan dalam penyediaan pangan lebih dekat untuk semua aktivitas kehidupan yang menjaga kelestarian kehidupan, yaitu manusia itu sendiri.

Lebih spesifik untuk kasus di Indonesia, pertanyaan mendasar yang mendukung bahwa globalisasi ekonomi bukan suatu jawaban

²⁵⁸ Seputra dkk. (2010).

²⁵⁹ Seputra dkk. (2010).

untuk melestarikan kehidupan (manusia termasuk di dalamnya), karena ukuran untuk keberhasilan ekonomi suatu negara saat ini dalam globalisasi ekonomi diukur dari pertumbuhan ekonomi. Sangat disayangkan, pengambilan data untuk mengukur pertumbuhan ekonomi bukan dari kelompok populasi yang mewakili, yaitu seharusnya kelompok pelaku ekonomi kebanyakan (mayoritas); dalam hal ini di Indonesia pertumbuhan ekonomi yang mewakili adalah bukan perusahaan-perusahaan multinasional, nasional, tetapi pedagang kaki lima dan pelaku ekonomi sebagai petani. Meskipun, kenyataannya, secara global negara-negara maju juga mengalami krisis ekonomi selama menerapkan ukuran pertumbuhan ekonomi. Dengan globalisasi ekonomi sebenarnya dapat terjadi dua kemungkinan, pertama, menularkan risiko tumbangannya ekonomi ke negara-negara yang masih ditopang dengan sistem ekonomi lokal yang bertahan atas gempuran ekonomi global, dan kedua kemungkinan bersifat positivisme, terjadinya kesediaan berbagi di antara bangsa-bangsa manusia sebagai keluarga manusia mondial²⁶⁰.

Permasalahan benih yang saat ini telah dikembangkan secara pesat, tetapi menghilangkan peran petani dalam ‘menguri-uri’ benih dari hasil panen dari waktu ke waktu dan digantikan oleh benih unggul dalam menghadapi kondisi iklim dan perubahan kondisi lahan pertanian yang harus diintensifkan produksinya, namun sifat hasil panen yang tidak dapat bergulir menjadi benih pada periode tanam berikutnya menjadikan posisi petani semakin sulit, apalagi disertai dengan praktik tata niaga dan distribusi yang oligo/monopoli dan permainan kelangkaan pupuk dan benih di luar jangkauan petani. Hal ini juga memberatkan, selain perubahan iklim yang betul-betul tidak lagi dapat diprediksi dengan baik.

Peran teknologi benih hasil rekayasa genetik pada dasarnya dikembangkan dalam rangka mencari solusi untuk memenuhi tingkat produktivitas pertanian, yang mencukupi kebutuhan pangan dan mencapai kesejahteraan manusia. Pengembangan teknologi tahan

²⁶⁰ Bdk. Peter Singer, *The Life You Can Save*, Random House Trade Paperbacks, New York, 2009, hlm.63-78.

hama wereng dan juga tahan terhadap kekeringan telah membantu menjaga kestabilan kuantitas pangan yang diperlukan. Banyak debat mengenai hal ini, karena di satu sisi produktivitas dan ketahanan terhadap berbagai kondisi pertumbuhan yang dihadapi dengan pengembangan teknologi hasil rekayasa genetik telah memberi hasil nyata.

Di sisi lain, kekhawatiran akan dominasi varietas tertentu secara tidak terkendali (erosi gen) atau pemunculan kembali gen resesif setelah beberapa generasi sehingga petani tidak lagi dapat mengandalkan hasil panennya sebagai benih pada periode tanam berikutnya seperti yang telah diuraikan di atas menjadi bumerang yang belum mendapatkan titik sepakat. Hal ini ditambah lagi dengan penguasaan benih hasil rekayasa genetik di tangan perusahaan besar dan multinasional, sehingga petani bergantung pada sistem tata niaga dan distribusi oleh pelaku jaringan di berbagai tingkat baik nasional, regional, atau internasional. Dalam perkembangannya, ternyata teknologi justru menjadi belenggu baru bagi petani²⁶¹.

Hal ini seolah tidak ada sangkut-pautnya dengan sistem perdagangan dan juga arus globalisasi. Permasalahan pokok sebenarnya adalah pada kenyataannya pelaku ekonomi dan pengusaha dalam menjalankan bisnis tidak ada yang bersedia menghadapi kekalahan terhadap alam. Jika gagal panen tidak ada kebersamaan dalam menanggung kegagalan; jika terjadi bencana atau perubahan iklim tidak ada badan multinasional yang akan menjadi penyantun petani. Kalkulasi hukum ekonomi semata-mata menggabungkan seluruh risiko dalam aneka bentuk ancaman tersebut, namun tidak secara spesifik mengalokasikan investasi terhadap risiko alam yang pasti terjadi.

Selanjutnya, pengusaha mengambil peluang usaha yang memiliki risiko terkecil di luar dirinya, tidak termasuk pemangku kepentingan dalam rantai pasokan. Kalkulasi ekonomi pengusaha mengenai keuntungan adalah dari berorientasi ke dirinya bukan

²⁶¹ Soetomo (1997).

dari pihak lain, meskipun pihak yang saling terkait dalam jaringan rantai pasokan. Penekanan biaya produksi sering ditempuh dengan menekan biaya pada aspek barang mentah yang dihasilkan di hulu, yaitu pihak petani, peternak yang *notabene* merupakan rantai primer yang berhadapan dengan alam. Sementara itu, ukuran keberhasilan ekonomi suatu negara adalah jumlah materi (uang) dalam bentuk devisa perdagangan impor dan ekspor tanpa menyentuh akar primer di bagian hulu ekonomi itu sendiri.

6.4. Evaluasi Kritis

Pangan adalah kebutuhan dasar setiap manusia yang hidup. Bagaimana setiap individu manusia memenuhi kebutuhan hidupnya adalah tanggung jawab setiap individu. Karena perkembangan peradaban dan budaya manusia, maka tercipta berbagai variasi kebutuhan dan sarana-prasana yang memerlukan spesialisasi dalam menjalani hidup ini sehingga terjadi saling ketergantungan setiap individu untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Dalam hal pangan, petani dan peternak/nelayan adalah tulang punggung, yaitu pihak primer yang berinteraksi dengan alam menghasilkan panen untuk pemenuhan kebutuhan pangan semua manusia. Dalam kesadaran bahwa setiap manusia memperoleh mata pencaharian untuk kehidupannya tidak terlepas dari ketergantungan dengan pihak lain, selayaknya saling ketergantungan ini berlandaskan kesetaraan, tidak ada pihak dengan pekerjaan/profesi satu lebih tinggi daripada yang lain sebagai manusia, kecuali dalam struktur manajemen yang berjenjang adalah wewenang dan tanggung jawabnya, bukan kemanusiaannya.

Tampaknya pengertian ini perlu didengungkan bahwa dari rangkaian rantai pasokan, pihak yang berada pada hulu (petani/peternak/nelayan) merupakan pihak yang secara kemanusiaan sama dan sederajat dengan siapa pun pada setiap mata rantai antara dan rantai hilir. Setiap individu yang tidak bertani/berternak/nelayan

sebenarnya menitipkan tugas memenuhi kebutuhan pangannya kepada petani/peternak/nelayan dan melakukan perdagangan untuk mendapatkan kebutuhan itu melalui alat tukar uang.

Pembenahan *mind set* bahwa pemilik uang (modal) bukan lebih berderajat daripada yang tidak beruang, karena saling ketergantungan ini perlu terus disampaikan. Hal ini tidak lagi berlaku ketika uang tidak lagi sebagai alat tukar, tetapi barang modal yang diperjualbelikan. Sistem ekonomi dan keuangan dalam rantai kehidupan perlu disinkronkan dengan mekanisme kesetaraan kemanusiaan.

Monopoli yang menjadi masalah etis adalah jenis monopoli artifisial, bukan jenis monopoli alamiah²⁶². Monopoli artifisial tentu memiliki dasar pada pertimbangan rasional tertentu dan tetap menginginkan prosedur yang *fair* dan adil, terbuka dan dapat dipertanggungjawabkan secara moral. Namun monopoli artifisial memiliki kecenderungan sepihak, sewenang-wenang. Walaupun monopoli artifisial berdasar pada alasan rasional, prosedur tidak pernah transparan dan memiliki kriteria objektif dari perusahaan rekayasa genetik yang layak untuk mendapat monopoli tersebut.

Monopoli artifisial memiliki beberapa masalah etis yang membisingkan telinga moralitas²⁶³. *Pertama*, masalah keadilan. Prinsip perlakuan yang sama bagi semua pengusaha rekayasa genetik adalah salah satu aspek keadilan dilanggar oleh monopoli artifisial ini. *Kedua*, ketidakadilan distributif. Monopoli artifisial menimbulkan ketimpangan atas distribusi ekonomi yang tidak merata antara kelompok pengusaha rekayasa genetik satu dengan kelompok pengusaha rekayasa genetik lain. *Ketiga*, pelanggaran terhadap kebebasan konsumen dan pengusaha. Konsumen tidak memiliki pilihan lain selain produk dari perusahaan monopolistik dan tidak bisa memilih secara bebas barang dan jasa yang sesuai dengan kemampuan ekonominya. Sedangkan, pengusaha rekayasa genetik tidak bisa secara

²⁶² Bdk. A. Sonny Keraf, *Etika Bisnis: Tuntutan dan Relevansinya*, Edisi Baru, Kanisius, Yogyakarta, 1998, hlm. 236.

²⁶³ Bdk. A. Sonny Keraf, *Op.Cit.*, hlm. 237-239.

bebas untuk berusaha karena kendala yang secara sengaja diciptakan untuk melindungi perusahaan rekayasa genetik monopolistis.

Simpulan

Kasus kriminalisasi pangan tersebut di atas sejalan dengan maksud umum etika terapan. Ia mendorong para etikawan berusaha memecahkan kasus-kasus konkret di bidang moral dengan menerapkan prinsip-prinsip etis yang sesuai. Suatu wilayah yang masih agak baru bagi kasuistik adalah etika pangan, bahkan cabang filsafat praktis, etika pangan itu sendiri masih merupakan etika terapan yang baru. Mengapa kasuistik bisa menjadi cara yang merupakan kecenderungan untuk menangani masalah-masalah moral? Kasuistik adalah metode yang efisien untuk mencapai kesepakatan di bidang moral. Selain itu, kasuistik mengungkap sesuatu mengenai kekhususan argumentasi dalam etika.

Kasus susu melamin, boraks, formalin, *brownies* narkoba (pemalsuan pangan) memantik upaya untuk merancang metode deteksi sehingga dapat mengetahui pemalsuan bahan pangan. Pemalsuan pangan mencakup upaya sengaja mengganti, menambah, mengubah atau merepresentasikan secara keliru suatu bahan dan/atau produk pangan, kemasan pangan, serta memberikan informasi tidak benar pada label demi keuntungan materi.

Sistem pengawasan pangan di Indonesia perlu diperbaiki dan disesuaikan. Penekanan pada pengawasan pangan masih terlalu fokus pada evaluasi sebelum produk beredar. Upaya monitoring dan inspeksi pada fasilitas dan proses produksi pangan serta evaluasi terhadap pangan beredar masih sangat terbatas dilakukan (pangan olahan).

Kebijakan dan upaya yang bersifat preventif belum banyak. Fokus pengawalan masih berada pada penanganan kontaminan (senyawa dengan potensi bahaya yang tanpa sengaja mencemari produk pangan) dan adulteran (senyawa dengan potensi bahaya yang secara sengaja ditambahkan pada produk oleh pihak-pihak yang tidak

bertanggung jawab). Selanjutnya, fokus pengawalan diharapkan pada upaya pencegahan terjadinya kontaminan dan adulteran.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Bertens, K. 2003. *Keprihatinan Moral*. Yogyakarta: Kanisius.
- Irianto, G. 2014. *Menuju Indonesia Berdaulat Pangan: Kumpulan pemikiran Dirjen Prasarana dan Sarana Kementerian Pertanian Republik Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Keraf, A. Sonny. 1998. *Etika Bisnis: Tuntutan dan Relevansinya*. Edisi Baru. Yogyakarta: Kanisius.
- O'Neil, M.J., Smith, A., Heckelman, P.E., Obenchain Jr., J.R., Gallipeau, J.A.R., D'Arecca, M.A., and Budavari, S. (Eds.). 2001. *Merck Index, an Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biological*, 13thed. New Jersey: Merck & Co., Inc.
- Seputra, AW, Mulyono, YE, Suryataruna, I M, Aswin, GN, Bijanta S (Eds.). 2010. *Membangun dan Memelihara Sumber Pangan: Tinjauan dari Perspektif Pastoral Sosial Ekonomi*. Jakarta: Konsorsium Pengembangan Pemberdayaan Pastoral Sosial Ekonomi.
- Singer, Peter. 2009. *The Life You Can Save*. New York: Random House Trade Paperbacks.
- Soetomo, G. 1997. *Kekalahan Manusia Petani; Seri Refleksi Sosial, Dimensi Manusia dalam Pembangunan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Zainuddin, V. (Alih bahasa). 1994. *Rekayasa Genetik dan Masa Depan Pertanian Dunia Ketiga*. Jakarta: KONPHALINDO.

Artikel

1. Penelitian

- Epriliati I, Supriharyanti E, dan Runtu J. 2012. "Peningkatan Kesejahteraan Petani Pelaku UMKM di Kecamatan Driyorejo Kab. Gresik, Jawa Timur Melalui Desain Rantai Pasokan

- dan Unit Usaha Es Krim Labu Kuning Antidiabetes”. Dalam *Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan*. 27 Juni 2012.
- Epriliati I. 2014. “Human In Vivo antidiabetic Potential of Yellow Pumpkin Ice Cream (YPIC) containing Lecithin was Reduced in the presence of Lactoferrin observed in Driyorejo Health Center, Indonesia”. Dalam *Conference paper presented in 17th World Congress of Food Science and Technology, Research that Resonates*. August 17-21, 2014 in Montreal, Canada.
- Lee, CH., Ooi, PT., Sheikh Omar, AR., and Lim, BK. 2011. ”Melamine Toxicity in Pigs”. Dalam *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 34 (2011) 1: 175 – 179.
- Mastromatteo, E. & Sullivan, F. 1994. “Summary: International Symposium on the Health Effects of Boron and Its Compounds”. Dalam *Environ Health Perspect.* 102 (1994) Suppl.7:139-141.
- Nyman U. & Hansson B. 1978. “Morphine content variation in Papaver somniferum L. as affected by the presence of some isoquinoline alkaloids”. Dalam *Hereditas.* 88 (1978): 17-26.
- Özcan, MM. & Atalay, C. 2006. “Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties”. Dalam *Grasas Y Aceites.* 57 (2006) 2: 169-174.
- Rehbein, H. & Schmidt, T. 1996. “A rapid and simple method for the determination of Formaldehyde in Fishery Products”. Dalam *Inf. Fischwirtseh.* 43 (1996) 1:37-39.
- Suarjana, IM & Agung, AAG. 2013. “Kejadian Luar Biasa Keracunan Makanan, Studi kasus di SD 3 Sangeh, Kabupaten Badung”. Dalam *Jurnal Skala Husada* 10 (2013): 144-8.
- Supraptini. 2002. “Kejadian Keracunan Makanan dan Penyebabnya di Indonesia 1995-2000”. Dalam *Jurnal Ekologi Kesehatan.* 1(2002)3:127-35.
- Uzogara, SG. 2000. “The Impact of Genetic Modification of Human Foods in the 21st Century: A Review”. Dalam *Biotechnology Advances* 18 (2000): 179–206.

Wijanarko, G dan Arsil, P. 2007/2008. “Evaluasi Bahaya dan Penetapan Titik Kendali Kritis pada Pembuatan Makanan Jajanan yang Dijual di Kawasan Wisata Baturaden, Purwokerto”. Dalam *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 7 (2007/2008) 3:156-64.

2. Penelitian dan Alamat Akses Internet

Bhalla, V, Grimm, PC, Chertow, G M, and Pao1, AC. 2005. “Melamine Nephrotoxicity: an Emerging Epidemic in an Era of Globalization”. Dalam *Kidney International*. 75 (2009): 774–779, http://ac.els-cdn.com/S008525381553799X/1-s2.0-S008525381553799X-main.pdf?_tid=68383b0c-f153-11e5-b0ab-00000aacb35d&acdnat=1458777803_f2155082937411_aed38b872004240ae9.

Chemical Book. http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB51176552_EN.htm. narcobarbital, diakses pada 29 Maret 2016.

Chemical Book. http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB6905952_EN.htm. narcotoline, diakses pada 29 Maret 2016.

Chemical Book. http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB0445649_EN.htm. narceine, diakses pada 29 Maret 2016.

Covielloa T, Coluzzia G, Palleschib A, Grassic M, Santuccia E, Alhaiquea F. 2003. “Structural and Rheological Characterization of Scleroglucan/borax Hydrogel for Drug Delivery”. Dalam *International Journal of Biological Macromolecules*. 32 (2003): 83–92 https://www.researchgate.net/profile/Franco_Alhaique/publication/10581866_Structural_and_rheological_characterization_of_Scleroglucanborax_hydrogel_for_drug_delivery/links/0c960534cd01880973000000.pdf , diakses pada 21 Maret 2016.

- Dinca L and Scorei R. 2013. "Boron in Human Nutrition and its Regulations Use". Dalam *Journal of Nutritional Therapeutics*. 2 (2013): 22-29 <http://lifescienceglobal.bizmarksolutions.com/pms/index.php/jnt/article/viewFile/1029/pdf> , diakses pada 21 Maret 2016.
- Djaja IM. 2008. "Kontaminasi E. coli pada Makanan dari Tiga Jenis Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) di Jakarta Selatan 2003". Dalam *Makara, Kesehatan*, 12 (2008) 1: 36-41. <http://repository.ui.ac.id/contents/koleksi/2/e21370fdad8363fcfd6bbca1024cd92e91392179.pdf>, diakses pada 17 Maret 2016.
- Dobson, RLM, Motlagh, S, Quijano, M, Cambron, RT, Baker, TR, Pullen, AM, Regg, BT, Bigalow-KernAS, VennardT, FixA, ReimschuesselR, OvermannG, ShanY, and DastonGP. 2008. "Identification and Characterization of Toxicity of Contaminants in Pet Food Leading to an Outbreak of Renal Toxicity in Cats and Dogs". Dalam *Toxicological Sciences*, 106 (2008) 1: 251–262 doi:10.1093/toxsci/kfn160.
- Fairbairn JW and El-El-Masry S. 1968. "The Alkaloids of Papaver Somniferum L.-VI 'Bound Morphine and Seed Development'". Dalam *Phytochemistry*, 7 (1968): 181-187.
- Epriliati I, Supriharyanti E, dan Runtu J. "The Improvement of Farmer-small sscale Entrepreneurs' Welfare in Driyorejo District through Antidiabetic Food Technology and Business Management for Yellow Pumpkin and Orange Sweet Potato Based Foods", Unpublished, Available in https://www.researchgate.net/profile/Indah_Epriliati/contributions DOI 10.13140/RG.2.1.2006.1602.
- Grossner CM-E, Schlundt J, Embarek PB, Hird S, Lo-Fo-Wong D, Beltran JJ O, Teoh KN, and Tritscher A. 2009. "The Melamine Incident: Implications for International Food and Feed Safety". Dalam *Environmental Health Perspectives*, 117 (2009) 12: 1803-1808doi:10.1289/ehp.0900949 available via <http://dx.doi.org/>

- Grunert KG, Bredahl L, & Scholderer J. 2003. "Four Questions on European Consumers' Attitudes toward the Use of Genetic Modification in Food Production". Dalam *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4 (2003): 435–445 doi:10.1016/S1466-8564(03)00035-3.
- HardGC, FlakeGP, and SillsRC. 2009. "Re-evaluation of Kidney Histopathology from 13-Week Toxicity and Two-Year Carcinogenicity Studies of Melamine in the F344 Rat: Morphologic Evidence of Retrograde Nephropathy". Dalam *Vet Pathol*, 46 (2009): 1248–1257 DOI: 10.1354/vp.08-VP-0317-F-FL.
- Hau AK-c, KwanTH, and LiPK-t. 2009. "Melamine Toxicity and the Kidney". Dalam *Journal of American Society of Nephrology*, 20 (2009) 2: 245-250. doi: 10.1681/ASN.2008101065. <http://jasn.asnjournals.org/content/20/2/245.full.pdf+html>, diakses pada 21 Maret 2016.
- Hser Y-I, Hoffman V, Grella CE, and Anglin D. 2001. "A 33-year Follow up of Narcotics Addicts". Dalam *Arch Gen Psychiatry*, 58 (2001) 5: 503-8. Doi: 10.1001/archpsy.58.5.503. <http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=481765>, diakses pada 17 Maret 2016.
- Humas Badan Narkotika Nasional. 2013. "Pengertian Narkoba", diakses pada 18 Maret 2016.
- Ince, S, Kucukkurt, I, Cigerci, IH, Fidan, AF, and Eryavuz, A. 2010. "The Effects of Dietary Boric Acid and Borax Supplementation on Lipidperoxidation, Antioxidant Activity, and DNA Damage in Rats". Dalam *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 24 (2010):161–164. https://www.researchgate.net/profile/Abdullah_Eryavuz/publication/44694309_The_effects_of_dietary_boric_acid_and_borax_supplementation_on_lipid_peroxidation_antioxidant_activity_and_DNA_damage_in_rats/links/0deec51dd6e586969f000000.pdf, diakses pada 21 Maret 2016.

- López, FJG. & C., Quereda. 2011. "Melamine Toxicity: one more Culprit in Calcium Kidney Lithiasis". Dalam *Kidney International*, 80 (2011): 694 – 696. doi: 10.1038/ki.2011.174 http://ac.els-cdn.com/S0085253815551132/1-s2.0-S0085253815551132-main.pdf?_tid=765a95ea-f153-11e5-b639-00000aab0f02&acdnat=1458777827_358cf302ebb0f6f112c3c69de4db4203.
- Nielsen, FH. 1997. "Boron in Human and Animal Nutrition". Dalam *Plant and Soil*, 193 (1997): 199-208 <http://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=45215&content=PDF>, diakses pada 22 Maret 2016.
- ParkD, KimTK, ChoiYJ, LeeSH, BaeD-K, YangG, Yang Y-H, JooSS, ChoiE-K, AhnB, KimJ-C, Kim K-S, and KimY-B. 2011. "Increased Nephrotoxicity after Combined Administration of Melamine and Cyanuric Acid" in *Rats. Lab Anim Res.* 27 (2011) 1: 25-28 DOI: 10.5625/lar.2011.27.1.25.
- Parker KD and Hine CH. (-). Manual for the determination of narcotics and dangerous drugs in the urine. This article has been reproduced from *Psychopharmacology Bulletin*, July 1966, with permission of the National Clearinghouse for Mental Health Information, National Institutes of Mental Health, U.S. <http://www.monzir-pal.net/Poisons%20and%20Drugs/Lecture%20material/Manual%20for%20the%20determination%20of%20narcotics%20and%20dangerous%20drugs%20in%20the%20urine.pdf>.
- pesticideinfo.org.
- Pongsavee M. 2009. Effect of Borax on Immune Cell Proliferation and Sister Chromatid Exchange in Human Chromosomes *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 4:27 <http://download.springer.com/static/pdf/39/art%253A10.1186%252F1745-6673-4-27.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Foccup-med.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2F1745-6673-4-27&token2=exp=1458547664~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F3>

9 %2Fart%25253A10. 1186%25252F1745-6673-4-27.pdf*-hmac=60a7e808dd13c58008 1b772a048980ed76dd7558df6e00dba76e7542bdce43e2doi: 10.1186/1745-6673-4-27, diakses pada 22 Maret 2016.

Puschner B, Poppenga RH, Lowenstine LJ, Filigenzi MS, Pesavento PA. 2007. Assessment of Melamine and Cyanuric Acid Toxicity in Cats. *J Vet Diagn Invest.* 19: 616–624.

Puspasari F. 2007. *Aplikasi Teknologi dan Bahan Tambahan Pangan untuk Meningkatkan Umur Simpan Mie Basah Matang.* Skripsi S1. Bogor: IPB. <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/11791/F07kpu.pdf;jsessionid=C68A20B56900C29F36ACA8FA600EED51?sequence=3>, diakses pada 23 Maret 2016.

Reimschuessel R and Puschner B. 2010. Corrected by THE POISON PENMelamine Toxicity—Stones vs. Crystals. *J. Med. Toxicol.*, 6:468–469 DOI 10.1007/s13181-010-0107-5.

Sigma-Aldrich. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/sodiumtetraborate20122 133043411?lang=en®ion=ID> sodium tetraborat, diakses pada 20 Maret 2016.

Sigma-Aldrich. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/search?term=narcotics&interface=All&N=0&mode=mode%20matchpartialmax&lang=en®ion=ID&focus=productnarcotics>, diakses pada 20 Maret 2016.

Sigma-Aldrich. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/search?term=melamine&interface=All&N=0&mode=match%20partialmax&lang=en®ion=ID&focus=product#melamine>, diakses pada 20 Maret 2016.

Sigma-Aldrich. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/formaldehydesolution300 35000011?lang=en®ion=ID> formaldehyde solution, diakses pada 20 Maret 2016.

Sigma-Aldrich. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/n9007?lang=en®ion=ID> noscapine, diakses pada 20 Maret 2016.

- Sigma-Aldrich. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/p3510?lang=en®ion=ID> papaverine, diakses pada 20 Maret 2016.
- Skinner CG., Thomas JD., and Osterloh JD., “Melamine Toxicity”, dalam *J. Med. Toxicol*, 6 (2010):50–55, DOI10.1007/s13181-010-0038-1 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3550444/pdf/13181_2010_Article_38.pdf, diakses pada 21 Maret 2016.
- Wibawa A. 2008. Faktor Penentu Kontaminasi Bakteriologik pada Makanan Jajanan di Sekolah Dasar. KESMAS. Dalam *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 3 (2008) 1: 3-8 <http://jurnalkesmas.ui.ac.id/index.php/kesmas/article/viewFile/236/236>, diakses pada 17 Maret 2016.

Surat Kabar

- Harto, Ambrosius, “IPB Adakan Pemeriksaan Massal Mahasiswa di Bogor”, dalam *KOMPAS*, 11/12/2015.
- Purwiyatno Hariyadi, “Ancaman Serius Pemalsuan Pangan”, dalam *KOMPAS*, 23/05/2015.
- Redaksi, “Kasus Diare Meningkatkan Tajam di Ende”, dalam *KOMPAS*, 26/9/2008.
- Redaksi, “Biaya Pengobatan Kanker Membebani Pasien”, dalam *KOMPAS*, 21/7/2014.
- Redaksi, “Brownies Ganja di Blok M”, dalam *KOMPAS*, 14/04/2015.
- Redaksi, “Ayam Berformalin, YLKI Menilai Pengawasan Rumah Potong Hewan Lemah”, dalam *KOMPAS*, 16/9/2015.