

EKSTRAK ATUNG (*Parinarium glaberimum* Hassk) SEBAGAI ANTI MIKROBA BEBERAPA JENIS BAKTERI PATOGEN DAN PERUSAK PANGAN

Trijunianto Moniharapon¹⁾, F. Hashinaga²⁾ dan S.T. Soekarto³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji daya antimikroba ekstrak buah atung terhadap beberapa jenis bakteri patogen dan perusak pangan, dengan metode uji "Paper Disc". Daya antimikroba dinyatakan dengan satuan aktivitas unit yaitu mm/g (zona penghambatan/berat contoh). Dari dua pelarut ekstraksi yang digunakan, yaitu heksan (non polar) dan etil asetat (polar), keduanya menunjukkan daya antimikroba terhadap 7 jenis bakteri, yaitu *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* B, *Escherichia coli* C, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella enteritidis* dan *Staphylococcus aureus*. Daya antimikroba dari hasil ekstrak dengan etil asetat lebih besar dari pada ekstrak heksan. Hal ini menunjukkan kemungkinan adanya lebih dari 1 zat antimikroba pada biji atung. Dari hasil ekstraksi 4 jenis bahan atung yaitu biji tua lama (disimpan 4 bulan), biji tua baru (tanpa disimpan), biji muda dan daging buah ternyata keempatnya memperlihatkan daya antimikroba yang kuat terhadap 7 jenis bakteri. Namun biji tua lama dan baru lebih praktis sebagai bahan dasar untuk produksi ekstrak keduanya mempunyai daya anti mikroba lebih kuat dari pada biji muda dan daging buah. Daya antimikroba dari hasil ekstraksi pada suhu tinggi (65°C) lebih kuat dari pada suhu kamar (25°C).

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini industri pangan di Indonesia berkembang sangat besar, baik dalam jenis dan variasi produk pangan maupun dalam volume dan mutu produksinya. Perkembangan industri pangan ini terjadi baik di industri kecil dan industri rumah tangga maupun pada industri menengah dan besar (BPS, 1993). Akan tetapi perkembangan yang menggembirakan itu diikuti oleh penyalahgunaan bahan kimia yang tak terkendali (Permadi, 1986) dan dapat membahayakan kesehatan masyarakat (Kisman dan Atmawidjaya, 1986).

Dari data perdagangan bahan kimia (Sukanbrata, 1986) tampaknya belum ada pemisahan yang jelas antara perdagangan bahan kimia untuk bahan makanan dengan bahan kimia untuk tujuan lain. Akibatnya pemasaran bahan-bahan kimia golongan *food grade* tidak dapat diidentifikasi dan ditelusuri dan mempunyai dampak yang luas yang merugikan seperti kasus-kasus penggunaan formalin untuk mengawet daging ayam (Setiarto, 1986) borax pada berbagai produk pangan dari tepung (Kisman dan Atmawidjaya, 1986) dan penggunaan insek-tisida untuk pengawetan ikan asin.

¹⁾ Staf pengajar pada Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, FAPERIK-UNPATTI.

²⁾ Staf pengajar pada Fakultas Pertanian, Universitas Kagoshima, Jepang.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA-IPB.

Di Indonesia acap kali terjadi kasus-kasus penggunaan zat pengawet kimia yang membahayakan kesehatan seperti kasus formalin, borax, insektisida (untuk ikan asin), dan lain-lain, serta *issue* tentang semaraknya penggunaan bahan kimia yang karsinogenik atau yang menimbulkan peracunan kronis (Kisman dan Atmawidjaya, 1986). Dengan latar belakang masalah demikian perlu diupayakan cara-cara alternatif yaitu dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang secara empiris tradisional telah diterapkan untuk praktek-praktek pengawetan dan dari pengalaman tidak membahayakan atau aman digunakan. Di kawasan Timur Indonesia (KTI), terutama daerah Maluku, para nelayan sebelum mengenal penggunaan es balok, telah biasa menggunakan buah atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk) untuk mengawet ikan hasil tangkapan. Buahnya juga biasa dicampur makanan untuk obat urus-urus atau untuk menghilangkan gatal-gatal dari makan ikan. Bubuk biji atung digunakan untuk pembuatan koku-koku, suatu ikan mentah di daerah Maluku. Juga dilaporkan oleh Kanehira (1933) bahwa dari biji atung dapat dibuat cat yang anti korosif. Adonan buah atung juga digunakan untuk melapisi dan mengawet kayu untuk kapal, tudung daun rumbia (Moniharapon, 1991).

Daya pengawet buah atung sudah diteliti untuk mengawet udang segar (Moniharapon *et al.*, 1993) dan ternyata memang mampu meningkatkan umur kesegaran udang windu dari 3 jam menjadi 17 jam sehingga cukup leluasa untuk transportasi dan pemasaran. Selanjutnya perlakuan buah atung itu juga dapat menahan pertumbuhan mikroba dan mengurangi susut bobot udang selama penyimpanan.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang lebih mendasar dan lebih meluas dari penelitian rintisan tentang daya pengawetan biji atung oleh Moniharapon (1991).

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan cara-cara ekstraksi bahan aktif dari buah atung dan menguji efektifitas kerja antimikroba bahan aktif dari biji atung terhadap bakteri pembusuk dan patogen.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Dalam penelitian ini digunakan bahan baku buah atung yang diperoleh dari Ambon. Buah atung yang dikaji terdiri atas 4 jenis bahan yaitu biji atung tua lama (disimpan 4 bulan), biji tua baru (tanpa disimpan), biji muda dan daging buah. Bahan ekstrak yang digunakan adalah heksan dan etil asetat. Media agar yang digunakan TSA (trypticase soy agar). Kultur bakteri yang

digunakan adalah *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli B*, *Escherichia coli C*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella enteritidis* dan *Staphylococcus aureus*.

Metode

Persiapan contoh dan perlakuan

Ekstrak atung dibuat dengan membelah buah atung, kemudia diambil bijinya kemudian diparut menjadi bubuk kasar.

Cara ekstraksi

Bubuk atung diekstraksi dengan heksana (1:3), etil asetat (1:3) dan disaring kemudian filtrat di uapkan dengan rotary evaporator. Empat cara ekstraksi yang digunakan adalah : ekstraksi secara perkolasi metanol 100 % suhu kamar (25°C), ekstraksi refluks metanol 80 % (65°C), ekstraksi refluks (65°C) dan ekstraksi secara kontinu solven (65°C).

Hasil ekstrak heksan dikonsentrasikan dengan rotary evaporator menjadi ekstrak kental berwarna kuning cemerlang, sedangkan hasil ekstraksi dengan etil asetat berwarna merah bata.

Uji antibakteri

Uji daya antibakteri terhadap 7 jenis bakteri patogen dan pembusuk. Uji daya antibakteri menggunakan metode "Paper Disc" (Kim *et al.*, 1995), yaitu dari masing-masing kultur cair TSB (Trypticase Soy Broth) bakteri tanpa pengenceran diambil sebanyak 0.4 ml. Sebagai media tumbuh diambil 10 ml TSA (Trypticase Soy Agar). Semua bakteri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Daya antimikroba diukur diameter zona penghambatan (mm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektifitas Antimikroba dari Bagian dan Umur Buah Atung

Untuk mengetahui daya antimikroba bagian buah diteliti bagian daging buah dan biji dari buah tua baru. Sedangkan terhadap kondisi atau umur buah dicoba 3 kondisi buah yaitu biji tua baru (baru jatuh dari pohon), biji tua lama (sudah disimpan 4 bulan) dan biji muda (dipetik dari pohon).

Contoh-contoh bagian buah atung mula-mula diperkulasi dingin (25°C) dengan metanol 100 %, kemudian diekstrak dengan heksana lalu dengan etil asetat. Hasil ekstrak terakhir diuji antimikroba terhadap 7 jenis bakteri patogen dan pembusuk secara metode "Paper Disc" dengan media Trypticase Soy Agar (Kim *et al.*, 1995). Daya antimikroba dinyatakan sebagai satuan aktifitas antimikroba (SAA) yaitu satuan mm diameter zona bebas koloni bakteri per gram contoh (mm/g). Semua percobaan diulang 3 kali.

Data hasil pengukuran SAA kemudian dianalisis sidik ragam dan diuji beda dengan metoda Duncan. Data dan hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 1. Dari hasil analisis (Tabel 1) dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan pengaruh kondisi buah atung dan bakteri uji.

Pengaruh Bagian dan Kondisi Buah Atung

Dari Tabel 1, terlihat bahwa hasil ekstraksi dari keempat jenis contoh buah atung semuanya efektif bekerja antimikroba meskipun secara nyata berbeda efektifitasnya diantara keempat contoh. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh bagian buah atung mengandung zat antimikroba yang cukup efektif.

Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa daya antimikroba dari ekstrak biji atung jauh lebih kuat dari daging buahnya. Rata-rata nilai SAA dari biji atung adalah 9.4 sedangkan dari daging buah atung hanya 1.3 SAA. Persiapan contoh sebelum ekstraksi untuk biji atung lebih cepat dan lebih muda daripada daging atung. Dengan demikian biji atung lebih praktis digunakan sebagai bahan dasar daripada daging buahnya yang keras dan berserat.

Tabel 1. Pengaruh Tingkat Kematangan Buah Atung terhadap Unit Inaktivasi Bakteri dari Fraksi Etil Asetat setelah Perkulasi Metanol 100 Suhu Kamar *

Bakteri	Bagian dan Kondisi Buah				Rataan
	Biji Tua Baru	Biji Tua lama	Biji Muda	Daging Buah	
<i>Bacillus subtilis</i>	10.41	7.80	4.67	0.9	5.94 ^d
<i>Escherichia coli B</i>	16.16	10.73	4.48	1.13	8.12 ^b
<i>Escherichia coli C</i>	13.03	10.93	4.75	1.36	7.51 ^c
<i>Enterococcus faecalis</i>	12.82	10.86	6.78	1.96	8.10 ^b
<i>Micrococcus luteus</i>	14.75	2.46	5.44	1.53	6.04 ^d
<i>Salmonella enteriditis</i>	13.03	13.06	3.91	1.10	7.65 ^c
<i>Staphylococcus aureus</i>	22.87	5.53	4.87	1.40	8.54 ^a
Rataan	14.72 ^a	8.77 ^b	4.82 ^c	1.34 ^d	

*- nilai pada tiap kolom peubah : rataan unit aktivasi bakteri (mm/g)

- nilai rataan pada tiap kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan uji jarak berganda Duncan pad taraf nyata 5 %.

Ekstrak dari biji atung tua mengandung zat antimikroba yang lebih kuat (rata-rata 11.75 SAA) daripada ekstrak dari biji muda (4.8 SAA). Biji tua umumnya jatuh sendiri tanpa perlu dipetik. Hal ini memudahkan pemanenan buah atung sebagai bahan dasar.

Dari dua jenis buah tua (lama dan baru), ternyata ber-beda daya antimikrobanya. Buah tua baru lebih efektif daripada buah tua lama. Namun karena kedua jenis contoh cukup besar daya antimikrobanya, dalam praktek proses ekstraksi dapat dicampur untuk efisiensi prosesnya.

Efektifitas terhadap Bakteri Uji

Dari 7 jenis bakteri yang diuji ternyata semua mikroba dapat dicegah pertumbuhannya dengan ekstrak buah atung, meskipun kepekaanya sedikit berbeda satu sama lain. Efektifitas antimikroba tertinggi pada bakteri *S. aureus*, *E. coli* B., *S. enteritidis* dan *E. faecus*, keempatnya adalah mikroba patogen yang Gram positif dan negatif. Terhadap bakteri *B. subtilis* yang bersifat Gram positif dan sebagai pembusuk pangan dan terhadap *E. coli* C, yang Gram negatif ekstrak biji atung cukup efektif membunuh, demikian pula terhadap *Micrococcus luteus* yang Gram negatif dan tahan pasteurisasi.

Jadi dapat disimpulkan bahwa ekstrak buah atung mengandung zat antimikroba yang efektif terhadap beberapa jenis bakteri patogen dan bakteri pembusuk.

Daya antimikroba dari buah atung rupanya sama efektifnya terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Hal ini menunjukkan bahwa kerja antimikroba dari buah atung mungkin berasal dari zat aktif antimikrobanya yang lebih dari satu jenis zat kimia atau kerjanya tidak spesifik pada dinding sel.

Pengaruh Zat Pelarut Ekstraksi

Dalam percobaan ini beberapa zat pelarut dicobakan untuk ekstraksi zat aktif antimikroba dari biji atung tua. Hasil ekstraksinya diuji antimikroba kepada 7 jenis bakteri menurut metode Kim et al., 1995. Dua macam zat pelarut yang dicobakan ialah heksan dan etil asetat. Data hasil pengukuran nilai SAA dari perlakuan kedua zat pelarut serta analisis statistiknya disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2, terlihat bahwa kedua jenis pelarut cukup efektif mengekstrak antimikroba dari biji atung, meskipun berbeda tingkat efektifitas ekstraksinya. Namun pelarut etil asetat yang bersifat polar menunjukkan lebih efektif untuk mengekstraksi zat aktif antimikroba dari pada pelarut heksan yang bersifat non polar. Fenomena ini menunjukkan bahwa zat aktif antimikroba dari buah atung ada yang terlarut dalam pelarut polar maupun non polar. Hal ini dapat menunjukkan kemungkinan oleh adanya beberapa zat aktif antimikroba yang berbeda polaritasnya.

ada yang larut dalam pelarut polar dan ada yang larut dalam pelarut non polar. Untuk menguji kedua kemungkinan itu akan diteliti lebih lanjut dengan fraksinasi zat aktif dari hasil ekstraksinya.

Tabel 2. Pengaruh Pelarut Ekstraksi Atung Biji terhadap Nilai Satuan Aktivitas Antimikroba dengan Refluks*

Bakteri	Pelarut	
	Heksan	Etil asetat
<i>Bacillus subtilis</i>	10.50	27.36
<i>Escherichia coli B</i>	9.20	27.40
<i>Escherichia coli C</i>	9.50	24.90
<i>Enterococcus faecalis</i>	19.00	23.83
<i>Micrococcus luteus</i>	13.13	14.63
<i>Salmonella enteriditis</i>	15.70	24.76
<i>Staphylococcus aureus</i>	15.76	31.73
Rataan	13.27 ^b	24.94 ^a

Pengaruh Cara dan Suhu Ekstraksi

Dua cara ekstraksi dicobakan untuk mengekstrak zat aktif antimikroba dari biji atung tua yaitu cara refluks dan kontinu solven yang keduanya dilakukan pada suhu tinggi. Hasil ekstraksinya diuji antimikroba menurut metode Kim *et al.* (1995), terhadap 7 jenis bakteri seperti percobaan sebelumnya.

Data hasil pengukuran SAA dari cara ekstraksi dan uji antimikrobanya beserta hasil analisa statistiknya disajikan pada Tabel 3 dari hasil ekstraksi dengan heksan, dan pada Tabel 4 dari ekstraksi dengan pelarut etil asetat.

Dari Tabel 3 dan 4 terlihat bahwa kedua cara ekstraksi perkolasi dan destilasi keduanya cukup efektif. Namun ekstraksi secara kontinu solven lebih unggul dari pada secara refluks dalam mengekstrak zat aktif antimikroba dari biji atung. Kedua cara ekstraksi baik dengan heksan maupun pelarut etil asetat sama-sama efektif ekstraksinya.

Sejalan dengan percobaan terdahulu kedua cara ekstraksi memperlihatkan ekstraksi dengan pelarut etil asetat (Tabel 4) lebih efektif dari pada pelarut heksan (Tabel 3).

Pengaruh suhu ekstraksi dicobakan pada perkolasi dengan pelarut etil asetat pada suhu tinggi (65^oC) dan suhu kamar (25^oC). Hasil ekstraknya diuji antimikroba terhadap 7 jenis bakteri. Data hasil pengukuran SAA dan analisis statistiknya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5, menunjukkan bahwa ekstraksi pada suhu tinggi (65°C) lebih efektif daya anti mikrobya dari pada suhu kamar (25°C). Hal ini menunjukkan daya larut zat anti-mikroba lebih besar pada suhu tinggi dari pada suhu rendah.

Tabel 3. Pengaruh Cara Ekstraksi terhadap SAA dari Ekstrak Biji Atung Tua Lama dengan pelarut Heksan*

Bakteri	Cara Ekstraksi	
	Perkualsi	Distilasi
<i>Bacillus subtilis</i>	10.50	17.93
<i>Escherichia coli B</i>	9.20	19.60
<i>Escherichia coli C</i>	9.50	18.73
<i>Enterococcus faecalis</i>	19.00	15.37
<i>Micrococcus luteus</i>	13.13	17.98
<i>Salmonella enteriditis</i>	15.70	20.30
<i>Staphylococcus aureus</i>	15.76	26.47
Rataan	13.27 ^b	19.53 ^a

Tabel 4. Pengaruh Cara Ekstraksi terhadap SAA dari Ekstrak Biji Atung Tua Lama dengan pelarut Etil Asetat*

Bakteri	Cara Ekstraksi	
	Perkulasi	Distilasi
<i>Bacillus subtilis</i>	27.36	31.87
<i>Escherichia coli B</i>	27.40	22.68
<i>Escherichia coli C</i>	24.90	26.43
<i>Enterococcus faecalis</i>	23.83	20.60
<i>Micrococcus luteus</i>	14.63	27.40
<i>Salmonella enteriditis</i>	24.76	29.67
<i>Staphylococcus aureus</i>	31.73	36.20
Rataan	24.94 ^b	28.28 ^a

Tabel 5. Pengaruh Cara Ekstraksi terhadap SAA dari Biji Atung Muda dengan pelarut Etil Asetat*

Bakteri	Cara Perkulasi	
	Suhu Tinggi (65°C)	Suhu Kamar (25°C)
<i>Bacillus subtilis</i>	12.13	4.67
<i>Escherichia coli B</i>	10.45	4.48
<i>Escherichia coli C</i>	10.92	4.75
<i>Enterococcus faecalis</i>	10.59	6.78
<i>Micrococcus luteus</i>	11.85	5.44
<i>Salmonella enteritidis</i>	12.92	3.91
<i>Staphylococcus aureus</i>	17.13	4.87
Rataan	12.29 ^a	7.98 ^b

Tabel 6. Kepekaan Antimikrobal pada 7 jenis Bakteri Zat Antimikroba dari Biji Atung

Bakteri	Refluks	Kontinu solven		Suhu Tinggi Biji Tua Lama	
	Biji Tua Lama	Biji Tua Lama	Biji Tua Baru	Heksan	Etil asetat
<i>Bacillus subtilis</i>	18.93 ^{bc}	24.90 ^b	27.09 ^c	14.21 ^c	29.61 ^b
<i>Escherichia coli. B</i>	18.30 ^{bc}	21.14 ^c	24.00 ^c	14.40 ^c	25.04 ^c
<i>Escherichia coli. C</i>	17.20 ^{cd}	22.58 ^c	25.92 ^d	14.11 ^c	25.67 ^c
<i>Enterococcus faecalis</i>	16.42 ^d	17.98 ^d	27.52 ^c	17.18 ^b	22.22 ^d
<i>Micrococcus luteus</i>	13.88 ^c	22.69 ^c	27.00 ^c	14.25 ^c	21.02 ^d
<i>Salmonella enteritidis</i>	20.23 ^b	24.98 ^b	28.28 ^b	18.00 ^b	27.22 ^c
<i>Staphylococcus aureus</i>	23.79 ^a	31.33 ^a	31.42 ^a	21.16 ^a	33.97 ^a

Konsistensi dan Kepekaan Antimikroba terhadap Berbagai Jenis Bakteri.

Kepekaan terhadap zat antimikroba dari biji atung dikaji pada 7 jenis bakteri yang mewakili bakteri Gram positif dan negatif, pembentuk spora dan non pembentuk spora, patogen dan pembusuk serta bentuk batang dan kokus. Data hasil pengukuran SAA dan analisis statistiknya disajikan pada Tabel 6. Hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak biji atung cukup kuat bekerja antimikroba terhadap 7 jenis bakteri dengan kepekaan yang agak bervariasi. Secara umum ke 7 jenis bakteri cukup peka terhadap zat antimikroba dari biji atung, yang diekstrak dengan berbagai cara, kondisi dan zat pelarut. Diantara ke tujuh jenis bakteri (Tabel 6) terdapat sedikit variasi kepekaan terhadap zat antimikroba dari biji atung. Namun hampir secara konsisten 3 jenis bakteri yaitu *St.aureus*, *Sal.enteritidis* dan *Bac.Subtilis* lebih peka dari pada 4 jenis bakteri yang lain. Keempat jenis bakteri yang lain yaitu *Esc.coli C*, *Ent.flavus* dan *Mic.luteus* lebih resisten dibanding dengan 3 jenis bakteri terdahulu, namun juga tidak konsisten resistensinya

terhadap berbagai hasil cara ekstraksi biji atung. Salah satu penyebabnya mungkin karena berbagai cara ekstraksi menghasilkan jenis zat kimia aktif yang tidak sama komposisinya yang berpengaruh terhadap daya kerja antimikrobanya.

KESIMPULAN

1. Seluruh bagian buah atung (bagian biji maupun daging buah) mengandung zat antimikroba, namun bagian bijilebih kuat dari pada bagian daging buah.
2. Biji tua mengandung zat antimikroba lebih kuat dari pada biji muda. Biji tua baru panen lebih kuat dari pada biji tua yang telah lama disimpan.
3. Zat pelarut etil asetat (polar) lebih kuat mengekstrak zat antimikroba atung dari pada pelarut heksan (non polar).
4. Cara ekstraksi secara kontinu solven lebih produktif dari pada cara ekstraksi secara refluks, demikian pula ekstraksi dengan suhu tinggi lebih kuat dari pada suhu rendah.
5. Berdasarkan perbedaan daya larut ada petunjuk bahwa zat antimikroba biji atung terdiri atas lebih dari satu macam zat kimia.
6. Daya antimikroba ekstrak biji atung cukup kuat terhadap tujuh jenis mikroba yang mewakili pembentuk dan non pembentuk spora, patogen dan pembusuk, Gram positif dan negatif serta bentuk batang dan kokus.
7. Daya antimikroba biji atung secara konsisten paling kuat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella enteriditis* yang patogenik dan terhadap *Bacillus subtilis* yang pembentuk spora.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada AJIE Scholarship Programme, atas bantuan fasilitas laboratoriumnya di Fakultas Pertanian Kagoshima Jepang. Penelitian ini merupakan bagian penelitian yang dibiayai oleh dana penelitian URGE (II) bantuan ADB, melalui Dikti.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik (BPS). 1993. Statistik Indonesia. Jakarta.
- Kenhira, R. 1933. Flora Micronesia. South Seas Bureau. Under the Japanese Mandate. 127-128.

- Kim J.M, Marshall M.R, Cornall J.A, Preston I.J.F, and Wei C.I. 1995. Antibacterial Activity of Carvacrol, Citral, and Geraniol against *Salmonella typhimurium* in Culture Medium and on fosh Cubes. *Journal of Food Science*. 60 (6). 1364-1368.
- Kisman, S dan Atmawidjaya S. 1986. Masalah Penggunaan Bahan Tambahan Kimiawi Berbahaya dalam Industri Pangan. Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additive) 3-4 Oktober 1986. Jakarta. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Moniharapon, T. 1991. Kajian Penanganan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab) untuk Mempertahankan Kesegaran Udang. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Moniharapon, T., Soekarto S.T., Putro S., dan Nitibaskara R.R. 1993. Biji Buah Atung (*Parinariium glaberimum* Hassk) sebagai Pengawet Udang Windu. *Journal Ilmu Pertanian Indonesia*. Institut Pertanian Bogor.
- Permadi. 1986. Masalah-masalah dalam Penggunaan Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additive). 3-4 Oktober 1986. Jakarta. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Setiarto, E. 1986. Kajian Mutu Mikrobiologik Karkas Ayam Selama Proses Pemotongan. Kasus di daerah Ibukota Jakarta. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Sukantabrata, A.R. 1986. Sistem Distribusi Bahan Baku Kimia Tambahan untuk Produk Pangan di Indonesia. Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additive) 3-4 Oktober 1986. Jakarta. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.