

## KAJIAN AKTIVITAS ANTIMIKROBA MONOASILGLISEROL (MAG) DAN MONO-DIASILGLISEROL (MDAG) DARI MINYAK KELAPA DAN MINYAK INTI SAWIT

Indriana Satya Mintarti<sup>1</sup> dan Slamet Hadi Kusumah<sup>2</sup>

Universitas Islam Al-Ihya Kuningan

Email : imintarti@gmail.com<sup>1</sup>, slamet.hadi@student.upi.edu<sup>2</sup>

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antimikroba MAG dan MDAG dari minyak kelapa (CNO) dan minyak inti sawit (PKO) terhadap bakteri patogen. Bakteri yang digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antimikroba adalah *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus cereus*. Penelitian ini juga mencakup evaluasi aktivitas antimikroba MDAG-CNO terhadap *E. coli* pada berbagai pH yang berbeda dan kombinasinya dengan EDTA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MAG, MDAG-CNO dan MDAG-PKO lebih potensial menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif daripada terhadap bakteri Gram negatif. Aktivitas antimikroba MAG lebih potensial daripada MDAG. Peningkatan konsentrasi MAG dan MDAG sampai 200 mg/ml meningkatkan aktivitas antimikroba terhadap *B. cereus* dan *S. aureus*. Tetapi, peningkatan konsentrasi di atas 200 mg/ml tidak meningkatkan zona hambat, bahkan menurunkan zona hambat. Zona hambat pada *S. typhimurium* dapat diamati sampai konsentrasi 100 mg/ml untuk MDAG dan 200 mg/ml untuk MAG. Di atas konsentrasi tersebut, tidak ada penghambatan yang teramati. Tidak ada penghambatan pada *E. coli* pada semua konsentrasi MAG dan MDAG yang digunakan yaitu antara 12.5 - 400 mg/ml. Penurunan zona hambat seiring dengan peningkatan konsentrasi MAG dan MDAG mungkin terjadi karena kemampuan difusi pada media agar yang rendah pada konsentrasi tinggi. Penelitian lebih lanjut pada MDAG-CNO menunjukkan bahwa minimum inhibitory concentration (MIC) dari MDAG-CNO untuk *B. cereus* dan *S. aureus* adalah 17.5 mg/ml. Aktivitas antimikroba MDAG-CNO terhadap *E. coli* meningkat dengan menurunnya pH dan penambahan EDTA. Pada pH 3 dan konsentrasi MDAG 400 mg/ml, *E. coli* dapat diinaktivasi. Dengan penambahan EDTA, konsentrasi MDAG yang sama dapat menginaktivasi *E. coli* pada pH 4.

**Kata kunci:** MAG, MDAG, CNO, PKO, aktivitas antimikroba

### Pendahuluan

*Mono-asil gliserol* (MAG) adalah sebutan untuk monogliserida yang diproduksi dengan *gliserolisis* atau dengan esterifikasi antara *gliserol* dengan asam lemak.

Sementara mono-digliserida (MDAG) adalah sebutan untuk campuran *monogliserida* dan *digliserida*, yang diproduksi dengan cara yang sama. Berdasarkan rasio *gliserol*/lemak dalam campuran reaksi, jumlah *monogliserida* yang diperoleh setelah proses *gliserolisis* adalah antara 10-60%. MDAG komersial biasanya mengandung 45-55% *monogliserida*, 38-45% *digliserida*, dan 8-12% *trigliserida* (Gunstone et al.: 1994). MAG dan MDAG banyak digunakan sebagai *emulsifier* dalam es krim, mentega kacang, puding, dan lainnya. Batas penggunaannya berkisar antara 0.05 - 0.40% (Igoe dan Hui, 1995).

Indonesia memiliki sumber MAG dan MDAG yang sangat berlimpah diantaranya adalah minyak inti sawit (PKO) dan minyak kelapa (CNO). Kandungan asam lemak yang dominan pada CNO adalah asam lemak rantai sedang (*medium chain triglycerides*), dengan 86.5% asam lemak jenuh, 5.8% asam lemak tak jenuh rantai tunggal, dan 1.8% *polyunsaturated fatty acid* (PUFA). Asam lemak yang dominan terkandung dalam PKO yaitu asam laurat (40-52%), asam miristat (14- 18%), dan asam oleat (11-19%) (Orthoeter: 1996).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan MAG dan MDAG sangat berpotensi sebagai pengawet. Penelitian Wang et al. (1993) menunjukkan MAG dari minyak kelapa yang diproduksi dengan *gliserolisis* menggunakan *lipase* PS-30 dari *Pseudomonas sp.* mampu menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes*. MAG dari minyak kelapa juga lebih efektif daripada *lauril gliserol*. Indriyati (2003) menunjukkan bahwa MDAG dari minyak kelapa memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus cereus*), khamir (*Sacharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, kapang, *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus stolonifer*). Akan tetapi MDAG tersebut tidak menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Salmonella thypimurium*). Aktivitas antibakteri MDAG lebih kuat dibandingkan aktivitas antikapang dan khamir. Aplikasi MDAG sebagai antimikroba dalam santan kelapa menunjukkan bahwa kombinasi dari penambahan MDAG dan pasteurisasi mampu menghambat pertumbuhan total mikroba alami yang terdapat dalam santan kelapa.

Aktivitas antimikroba MAG dan MDAG dipengaruhi oleh kemurniannya dan komposisi asam lemak di dalamnya serta kondisi dimana bakteri hidup. Ketersediaan

MAG dan MDAG yang berbeda akan menunjukkan efektivitas yang berbeda. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi terhadap sifat antimikroba MAG dan MDAG yang dibuat dari minyak kelapa (MDAG-CNO) dan MDAG yang dibuat dari minyak inti sawit (MDAG-PKO) terhadap bakteri *patogen*, serta evaluasi terhadap pengaruh pH dan EDTA terhadap aktivitas MDAG-CNO.

## **Metodologi Penelitian**

### **A. Bahan Dan Alat**

Bakteri uji yang digunakan adalah *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, dan *Escherichia coli*. Bahan yang digunakan adalah MAG, MDAG dari minyak kelapa (MDAG-CNO) dan MDAG dari minyak inti sawit (MDAG-PKO). Bahan untuk analisa mencakup media *nutrient* agar (NA), *nutrient broth* (NB), alkohol absolut 99,9%, HCl 1%, NaOH 1% dan *akuades*. Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat standar untuk pengujian mikrobiologi.

### **B. Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

#### **1. Pengujian Aktivitas Antimikroba MAG dan MDAG**

Metode ini merupakan uji pendahuluan untuk mengetahui potensi antimikroba MAG, MDAG-CNO dan MDAG-PKO. Tahap ini dimulai dengan menginokulasikan sebanyak 0.5 ml mikroba uji berumur 24 jam ke dalam 50 ml NA. Kemudian NA tersebut dituang ke dalam dua cawan petri sebanyak masing-masing 25 ml. Setelah NA padat, dibuat sumur dengan diameter 6 mm dan ke dalamnya dimasukkan larutan MAG atau MDAG sebanyak 60 pl. Setelah itu diinkubasi selama 48 jam dan diukur zona hambatnya, yaitu area di sekeliling sumur yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri. MAG dan MDAG yang akan digunakan dilarutkan dahulu ke dalam alkohol absolut agar mampu berdifusi ke dalam media agar. Konsentrasi MAG dan MDAG yang digunakan adalah 12.5 mg/ml, 25 mg/ml, 50 mg/ml, 100 mg/ml, 200 mg/ml, dan 400 mg/ml.

#### **2. Penentuan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) MDAG-CNO terhadap *B. cereus* dan *S. Aureus***

*Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) adalah konsentrasi terkecil dari senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada periode inkubasi tertentu. Penentuan MIC dilakukan dengan metode Wang et al.

(1992) yang menggunakan serial pengenceran dari bahan yang diuji. Medium disiapkan dengan melarutkan sejumlah MDAG-CNO dalam alkohol absolut. Selanjutnya larutan MDAG-CNO ditambahkan pada NB steril dalam tabung reaksi dengan jumlah yang berbeda, sehingga diperoleh suatu serial pengenceran MDAG-CNO. Konsentrasi MDAG-CNO yang digunakan dari 0-20 mg/ml. Ke dalam masing-masing tabung diinokulasi sebanyak 1 ml kultur. Sebagai kontrol adalah tabung dengan perlakuan sama namun tanpa penambahan MDAG-CNO. Tabung kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu optimum untuk masing-masing mikroba uji. Jumlah bakteri pada 0 jam dan 24 jam inkubasi dihitung dengan menggunakan metode tuang dengan media NA. Nilai MIC ditentukan pada konsentrasi MDAG-CNO terendah yang dapat membunuh seluruh bakteri yang ditunjukkan dengan tidak terbentuknya koloni pada agar cawan.

### **3. Pengaruh pH terhadap aktivitas antimikroba MDAG-CNO**

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap aktivitas MDAG-CNO pada pertumbuhan *E. Coli*. Kultur bakteri ditumbuhkan dalam media NB selama 24 jam. Kemudian dimasukkan sejumlah 1 ml kultur ke dalam 10 ml media NB yang telah ditambah MDAG dengan berbagai konsentrasi dan diatur pada pH 3 sampai pH 9. Kontrol yang digunakan disini adalah media NB tanpa penambahan MDAG. Jumlah bakteri pada 0 jam dan 24 jam inkubasi dihitung menggunakan metode tuang dengan media NA.

### **4. Pengaruh EDTA terhadap aktivitas antimikroba MDAG-CNO**

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan EDTA (*ethylene diamine tetraacetic acid*) terhadap aktivitas antimikroba MDAG-CNO. Kultur *E. Coli* berumur 24 jam diinokulasikan pada NB steril yang berisi 400 mg/ml MDAG-CNO dan EDTA dengan konsentrasi 1 mM, 3 mM, 5 mM, 7.5 mM, dan 10 mM pada pH 8, serta pada NB berisi EDTA saja dengan konsentrasi yang sama. Jumlah bakteri pada 0 jam dan setelah 24 jam inkubasi dihitung menggunakan metode tuang dengan media NA. Pengujian juga dilakukan terhadap campuran MDAG- CNO 400 mg/ml dan EDTA (5 mM) pada pH 3 sampai pH 9.

## Hasil Dan Pembahasan

### A. Aktivitas Antimikroba MAG dan MDAG

Hasil penelitian (Gambar 1) menunjukkan bahwa MAG, MDAG-CNO dan MDAG-PKO memiliki aktivitas antimikroba terhadap *S. aureus*, *B. cereus* dan *S. typhimurium*. Aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif (*S. aureus* dan *B. cereus*), lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram negatif (*S. typhimurium*). Namun demikian, MAG, MDAG-CNO dan MDAG- PKO tidak memberikan penghambatan terhadap *E. Coli*.

Menurut Kabara et al. (1972) alkohol dan *ester gliserol* hanya aktif pada bakteri Gram positif sehingga tidak dapat menghambat *E. Coli*. Penambahan *monokaprin* pada kondisi asam dapat membunuh *Salmonella sp.* dan *E. Coli* tetapi bakteri Gram negatif ini resisten pada pH netral. Penelitian Schlievert et al. (1992) menunjukkan bahwa penambahan *gliserol monolaurat* sampai konsentrasi 1000 dan 2000 pg/ml tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *E. Coli* karena adanya lapisan *lipopolisakarida* yang menghambat penetrasi *gliserol monolaurat* ke dalam sel.

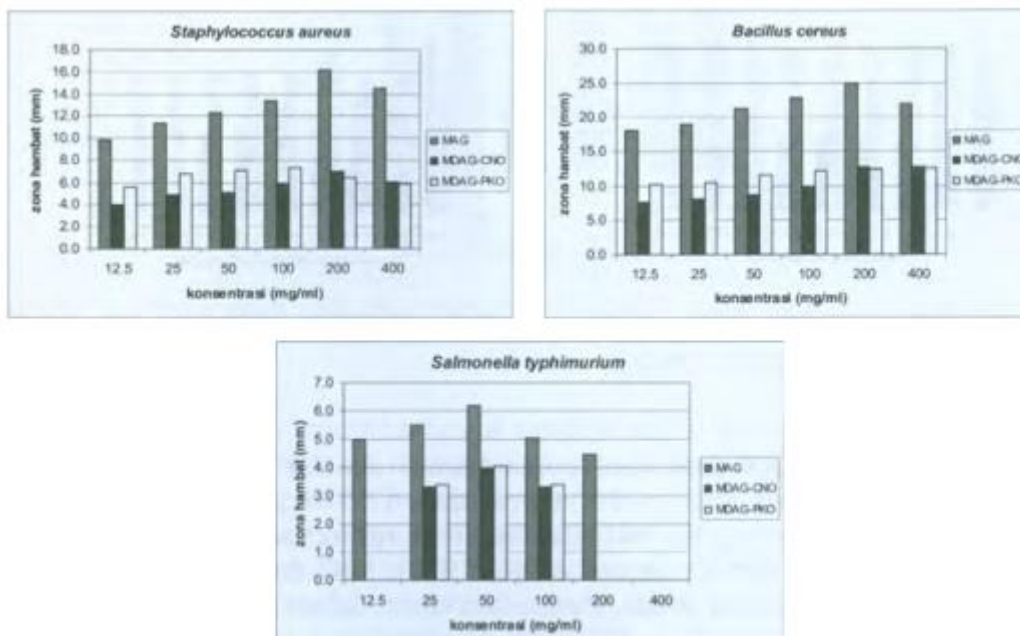
Mekanisme penghambatan dan kerusakan mikroba oleh senyawa antimikroba secara umum disebabkan oleh gangguan pada komponen penyusun sel, terutama komponen penyusun dinding sel, reaksi dengan membran sel yang dapat mengakibatkan perubahan permeabilitas dan kehilangan komponen penyusun sel, penghambatan terhadap sintesis protein, dan gangguan fungsi material genetik (Davidson, 2001). *Monolaurin* dilaporkan dapat mengakibatkan kerusakan membran, menyebabkan kebocoran protein intraselular dan asam nukleat sehingga menurunkan aktivitas enzim yang berperan dalam metabolisme (Vadehra dan Wahl 1985 diacu dalam Kabara 1993). Sifat lipolitik dari MAG memungkinkan untuk menembus plasma dan bekerja sebagai antimikroba.

Secara umum, MAG yang digunakan memiliki aktivitas antimikroba yang lebih tinggi dibandingkan kedua jenis MDAG. Hal ini disebabkan oleh kemurnian MAG pada sediaan MAG yang digunakan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan konsentrasi MAG pada sediaan MDAG-CNO dan MDAG-PKO. MAG yang disintesis dari minyak kelapa sebagian besar merupakan *monolaurin* (MC12) yang mempunyai aktivitas antimikroba yang cukup tinggi (Mappiratu,1999; August, 2000). MAG dari minyak

kelapa juga mengandung *monokaprilin* (MC8), *monokaprin* (MC10), dan *monomeristin* (MC14) yang mempunyai aktivitas antimikroba (Wang et al., 1993).

Konsentrasi MAG dan MDAG terendah yang digunakan dalam penelitian ini (12,5 mg/ml) memberikan efek penghambatan terhadap *S. aureus* dan *B. cereus*. Efek penghambatan MDAG terhadap *S. typhimurium* baru dapat diamati pada penggunaan MDAG 25 mg/ml, namun penghambatan oleh MAG sudah dapat diamati pada konsentrasi 12,5 mg/ml.

**Gambar 1**  
**Penghambatan Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*, *Bacillus Cereus* Dan *Salmonella Typhimurium* Oleh MDG Dan MDAG.**



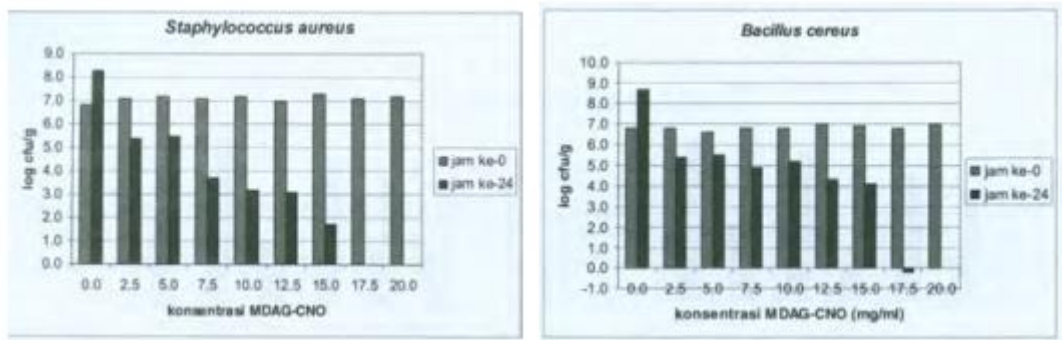
Peningkatan konsentrasi MAG dan MDAG sampai dengan 200 mg/ml meningkatkan aktivitas antimikroba terhadap *B. cereus* dan *S. aureus*. Tetapi, peningkatan konsentrasi di atas 200 mg/ml tidak meningkatkan zona hambat, bahkan menurunkan zona hambat. Zona hambat pada *S. typhimurium* dapat diamati sampai konsentrasi 100 mg/ml untuk MDAG dan 200 mg/ml untuk MAG. Di atas konsentrasi tersebut, tidak ada penghambatan yang teramati. Penurunan zona penghambatan seiring dengan peningkatan konsentrasi MAG dan MDAG mungkin terjadi karena kemampuan difusi pada media agar yang rendah pada konsentrasi MAG dan MDAG tinggi.

### B. Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

Hasil pengujian pertumbuhan *S. aureus* dan *B. cereus* pada berbagai konsentrasi MDAG-CNO (Gambar 2) menunjukkan bahwa konsentrasi terendah untuk menghambat pertumbuhan atau MIC untuk *S. aureus* dan *B. cereus* adalah 17,5 mg/ml.

**Gambar 2**

#### **Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus* pada berbagai konsentrasi MDAG-CNO**



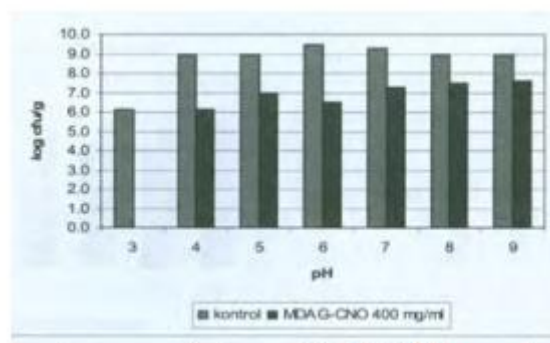
MIC dan MDAG yang dibuat dari hasil pemanfaatan destilat asam lemak minyak kelapa untuk *B. cereus* adalah 20 mg/ml dan 17.5 mg/ml untuk *S. aureus* (Indriyati: 2003). Sementara itu, MIC dari asam laurat terhadap *S. aureus* adalah 2.49  $\mu$ mol/ml (0.498 mg/ml) (Kabara et al.: 1972). MIC dari MDAG lebih tinggi daripada asam laurat karena konsentrasi asam laurat dalam MDAG lebih rendah.

### C. Pengaruh pH terhadap aktivitas MDAG-CNO

Kemampuan senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh kestabilannya terhadap protein, lipid, garam, dan tingkat keasaman (pH) dalam medium pertumbuhan (Nychas dan Tassou: 2000 diacu dalam Naufalin: 2005). Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengaruh pH terhadap aktivitas antimikroba MDAG-CNO terhadap *E. Coli*. Bakteri ini dapat tumbuh pada kisaran pH yang cukup luas antara 4.4 - 9 (Jay: 1996). Gambar 3 menunjukkan bahwa aktivitas MDAG meningkat dengan menurunnya pH. Tanpa penambahan MDAG, *E. Coli* masih dapat tumbuh pada pH 3. Dengan penambahan MDAG 400 mg/ml, *E. Coli* dapat diinaktivasi pada pH 3. Pada pH 4, penambahan MDAG dengan konsentrasi yang sama menurunkan 3 log cfu/ml dibandingkan dengan kontrol. Penelitian Thormar et al. (2005), menunjukkan bahwa *Salmonella sp.* dan *E. Coli* tidak dihambat oleh asam

lemak dan *monogliserida* pada pH netral. Akan tetapi, *E. Coli* dapat diinaktivasi dengan penambahan asam sitrat. Penambahan 1.25 mM *monokaprin* pada pH 4,1, 4,5 dan 5,0 dapat membunuh *Salmonella sp.* dan *E. Coli*. Tetapi tanpa penambahan *monokaprin* pada pH 4.1 atau penambahan 5 mM *monokaprin* pada pH netral tidak dapat membunuh keduanya.

**Gambar 3**  
**Pengaruh penambahan MDAG-CNO pada berbagai pH terhadap pertumbuhan *E. Coli***



Pada umumnya, asam lemak berfungsi sebagai *surfaktan anionik* yang masuk ke dalam plasma membran bakteri dan mengubah permeabilitas membran sehingga terjadi disintegrasi membran. Asam lemak rantai pendek (*Short Chain Fatty Acid*) dan sedang (*Medium Chain Fatty Acid*) berdifusi ke dalam sel dalam bentuk tidak terdisosiasi dan kemudian akan terdisosiasi di dalam sitoplasma sehingga membuat kondisi intraselular menjadi asam. Nilai pH intraselular yang lebih rendah menyebabkan inaktivasi enzim-enzim intraselular dan mengganggu transpor asam amino (Nair et al.: 2005).

Penelitian Holland et al. (1994), menunjukkan bahwa pH lingkungan sangat mempengaruhi sensitivitas *S. aureus* terhadap gliserol monolaurat, di mana *S. aureus* lebih sensitif pada pH di bawah 7. Penelitian Wang dan Jonhson (1992) menunjukkan penghambatan asam lemak dan monolaurin terhadap *L monocytogenes* lebih tinggi pada pH 5 daripada pH 6, karena meningkatnya sensitivitas *L. monocytogenes* pada pH rendah (Wang dan Johnson, 1992).

#### **D. Pengaruh EDTA terhadap aktivitas antimikroba MDAG-CNO**

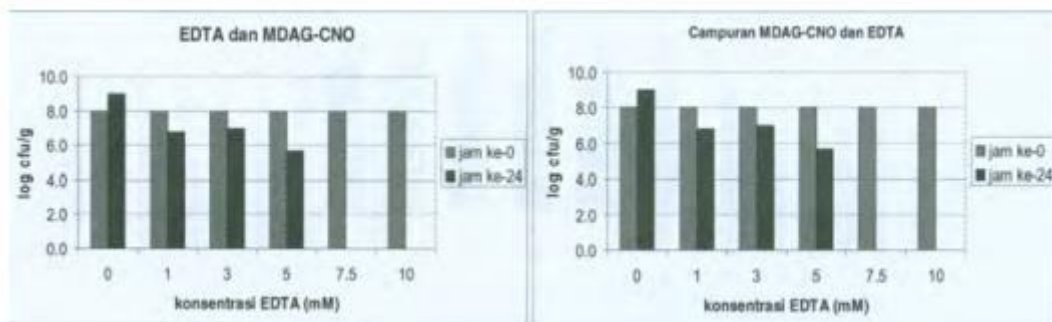
Gambar 4 menunjukkan bahwa EDTA dapat menghambat pertumbuhan *E. Coli* mulai konsentrasi 3 mM dan penghambatan semakin besar dengan naiknya konsentrasi



EDTA. Sementara itu, kombinasi antara MDAG 400 mg/ml dan EDTA 7.5 mM mampu membunuh *E. Coli*.

EDTA (*ethylene diamine tetraacetic acid*) merupakan pengkelat logam. EDTA bereaksi dengan alkali dan logam berat membentuk kompleks. Menurut Gray dan Wilkinson (1965), EDTA aktif melawan *P. aeruginosa* melalui mekanisme pengkelatan. EDTA mengikat kation logam yang penting bagi integritas dinding sel yaitu kalsium, magnesium, dan *kation divalen* lainnya yang penting dalam pembentukan *lipopolisakarida* dan menyebabkan kebocoran dinding sel.

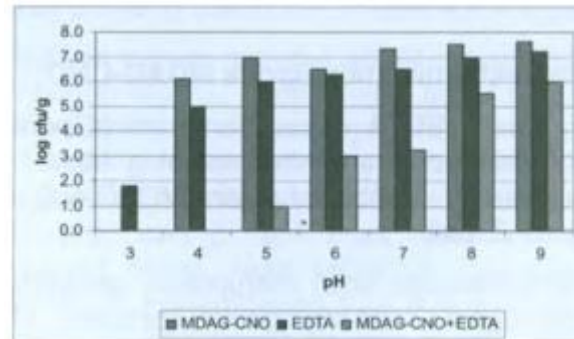
**Gambar 4**  
**Pengaruh EDTA dan kombinasi MDAG-CNO 400 mg/ml dan EDTA terhadap pertumbuhan *E. Coli***



Kato dan Shibasaki (1976) menunjukkan bahwa penambahan bahan pengkelat (*citric dan polyphosphoric acid*) dibutuhkan untuk memperkuat efek *monogliserida* untuk melawan bakteri Gram negatif. Pengkelat asam tersebut akan mengeluarkan lapisan *lipopolisakarida* dari dinding bakteri dan menyebabkan bakteri bereaksi seperti Gram positif. Peningkatan aktivitas antibakteri *monolaurin* dengan penambahan EDTA adalah karena peningkatan penyerapan *monogliserida* ke dalam sel.

Kombinasi antara EDTA dengan MDAG dapat meningkatkan aktivitas antimikroba MDAG (Gambar 5). Efektivitas meningkat dengan menurunnya pH. Konsentrasi EDTA 5 mM dan MDAG 400 mg/ml mampu membunuh *E. Coli* pada pH 4, sementara tanpa penambahan MDAG, *E. Coli* baru dapat diinaktivasi total pada pH 3. Pada pH 4, penambahan EDTA 5mM atau MDAG-CNO 400 mg/ml saja tidak mampu membunuh *E. Coli*.

**Gambar 5**  
**Pengaruh penambahan EDTA terhadap aktivitas antimikroba MDAG- CNO terhadap pertumbuhan *E. coli* pada berbagai pH**



### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa MAG, MDAG-CNO dan MDAG-PKO lebih potensial menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif daripada bakteri Gram negatif. MAG lebih potensial daripada MDAG untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Tidak ada penghambatan pada *E. Coli* pada semua konsentrasi MAG dan MDAG yang digunakan yaitu antara 12,5 - 400 mg/ml. Akan tetapi, aktivitas antimikroba MDAG-CNO terhadap *E. Coli* meningkat dengan menurunnya pH dan penambahan EDTA, sehingga untuk aplikasi disarankan penggunaan MDAG sebagai pengawet dikombinasikan dengan pH rendah atau penambahan EDTA *Minimum inhibitory concentration* (MIC) dari MDAG-CNO untuk *B. cereus* dan *S. aureus* adalah 17.5 mg/ml.

## BIBLIOGRAFI

- August, E. G. 2000. *Kajian lipase amobil dari Aspergillus niger pada pembuatan MAG yang bersifat antibakteri dari minyak kelapa*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- Blaszyk, M., Holley, R. A. 1998. *Interaction of Monolaurin, Eugenol, dan Sodium Citrate on Growth of Common Meat Spoilage and Pathogenic Organisms*. Int. J of Food Microbiol. 39:175-183
- Davidson, P. M. dan Branen, A. L. *Antimicrobials in Foods 2nd Edition*. , New York : Marcel Dekker Inc
- Gunstone, F. D., J. L. Harwood, dan F. B. Padley. 1994. *The Lipid Handbook*. , London: Chapman and Hall
- Holland, K. T., Taylor, D., dan Farrel, A. M. 1994. *The effect of glycerol monolaurat on growth of, and production of Toxic Shock Syndrome Toxin-1 and lipase by, Staphylococcus aureus*. J of Antimicrobial Chemotherapy 33 : 41-55
- Igoe, R. S. dan Hui, Y. H. 1996. *Dictionary of Food Ingredients*. , New York: Chapman and Hall
- Indriyati, W. 2003. *Kajian Aktivitas Antimikroba Campuran Mono dan Diasilgliserol Hasil Pemanfaatan Destilat Asam Lemak Minyak Kelapa*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- Jay, M. J. 1996. *Modern Food Microbiology 5th Edition*. , New York: Chapman and Hall
- Kabara, J. J. 1993. *Medium-Chain Fatty Acids and Esters*. Di Dalam: *Antimicrobials in Foods*. Alfred L. B. dan P. M. Davidson (eds)., New York: Marcel Dekker, Inc.
- Mappiratu. 1999. *Penggunaan Biokatalis Dedak Padi Dalam Biosintesis Antimikroba Monoasil Gliserol dari Minyak Kelapa*. Disertasi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- Nair, M. K. M., Joy, J., Vasudevan, P., Hinckey, L., Hoagland, T. A., dan Venkitanarayanan, K. S. 2005. *Antibacterial effect of caprylic acid and monocaprylin on major bacterial mastitis pathogens*. J. Dairy Sci. 88: 3488-3495
- Naufalin, R. 2005. *Kajian sifat Antimikroba Ekstrak Bunga Kecombrang (Nicolaia speciosa Horan) terhadap Berbagai Mikroba Patogen dan Perusak Pangan*. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor

Orthoeter, F. T. 1996. *Vegetable Oils*. Di Dalam: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Volume 1, 5th Edition. Editor: Y. H. Hui. Jon Willey and Son, New York

Shclievert, P. M., J. R. Deringer, M. H. Kim, S. J. Projan, dan R. P. Novick. 1992. *Effect of glycerol monolaurate on bacterial growth and toxin production*. Int. J of Food Microbiol. Vol 36. no 3. p. 626-631

Wang, L. L. dan Johnson, E. A. 1992. *Inhibition of Listeria monocytogenes by fatty acids and monoglycerides*. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 58, No. 2 : 624-629

Wang, L. L., Yang, B. L., Parkin, K. L., dan Johnson, E. A. 1993. *Inhibition of Listeria monocytogenes by monoacylglycerol synthesized from coconut oil and milk fat by lipase-catalized glycerolysis*. J. Agric. Food Chem, 41 : 1000-1005