**ENZIM SEBAGAI BIOMARKER DIAGNOSIS PENYAKIT INFEKSI**

Juwita Sahputri1

1Prodi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Malikussaleh

*Corresponding Author:* [juwita.sahputri@unimal.ac.id](mailto:juwita.sahputri@unimal.ac.id)

**Abstrak**

Enzim bekerja sebagai katalisator yang mempercepat reaksi kimiatanpa merubah ataupun merusak reaksi tersebut. Enzim dapat dimanfaatkan sebagai *biomarker* dari kerusakan suatu jaringan dan reagensia diagnosis. Tulisan ini Mengkaji peranan beberapa enzim sebagai biomarker untuk mendiagnosis penyakit infeksi seperti enzim aminotransferase pada penyakit demam berdarah dengue, enzim *urease* pada infeksi *Helicobacter pylori*, enzim *procalsitonin* pada pasien sepsis. Tulisan ini menggunakan pendekatan tinjauan kepustakaan guna menelaah lebih mendalam mengenai peranan enzim dalam diagnosis penyakit infeksi. Hilangnya keseimbangan antara pembentukan dan penghancuran enzim mengakibatkan lepasnya enzim ke aliran darah sehingga dapat digunakan sebagai biomarker penyakit.

*Kata kunci: enzim, biomarker, diagnosis penyakit infeksi*

**Enzyme as Biomarker Diagnosis Of Infectious Disease**

**Abstract**

Enzymes work as catalysator to speed up chemical reaction without altering or damaging the reaction. Enzymes may also be used as biomarker of tissue damage and diagnosys reagents. This article aimed at studying the contribution of several enzymes as biomarker to diagnose infectious diseases such as *aminotransferase enzyme*for dengue fever, *ureaseenzyme* for *Helicobacter pylori infection*, *procalcitoninenzyme*for sepsis patients. This article used the approach of library research to deeply understand the contribution of enzymes in the diagnose of infectious desease. Disequilibrium between the forming and destructing of enzymes lead to their flow to the boold stream which can later be used to diagnose desease.

*Keywords: enzyme, biomarker, diagnosis of infectious diseases*

**Pendahuluan**

Enzim adalah sebagai katalisator, yaitu sebuah zat/ protein yang mempercepat reaksi kimia tanpa menjadi reaktan. Untuk mengkatalisis suatu reaksi, maka enzim harus berikatan dengan satu atau lebih molekul reaktan yang disebut substrat. Dalam beberapa reaksi, satu substrat dipecah menjadi beberapa produk atau dua substrat membentuk satu molekul yang lebih besar1.

Enzim merupakan biomolekul yang mengkatalis reaksi kimia, di mana hampir semua enzim adalah protein. Enzim dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia secara nyata dan sangat spesifik. Kecepatan reaksi enzim sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu, pH, substrat, konsentrasi enzim dan lain sebagainya 1.

**Pemanfaatan Enzim**

Pemanfaatan enzim untuk alat diagnosis secara garis besar dibagi dalam dua kelompok:

1. Enzim sebagai petanda (marker) dari kerusakan suatu jaringan atau organ akibat penyakit tertentu.

Penggunaan enzim sebagai petanda dari kerusakan suatu jaringan mengikuti prinsip bahwasanya secara teoritis enzim intrasel seharusnya tidak terlacak di cairan ekstrasel dalam jumlah yang signifikan. Apabila enzim intrasel terlacak di dalam cairan ekstrasel dalam jumlah lebih besar dari yang seharusnya, atau mengalami peningkatan yang bermakna/signifikan, maka dapat diperkirakan terjadi kematian (yang diikuti oleh kebocoran akibat pecahnya membran) sel secara besar-besaran. Kematian sel ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal, seperti keracunan bahan kimia (yang merusak tatanan lipid bilayer), kerusakan akibat senyawa radikal bebas, infeksi (virus), berkurangnya aliran darah sehingga lisosom mengalami lisis dan mengeluarkan enzim-enzimnya, atau terjadi perubahan komponen membrane sehingga sel imun tidak mampu lagi mengenali sel-sel tubuh dan sel-sel asing, dan akhirnya menyerang sel tubuh (penyakit autoimun) dan mengakibatkan kebocoran membran2.

1. Enzim sebagai suatu reagensia diagnosis

Sebagai reagensia diagnosis, enzim dimanfaatkan menjadi bahan untuk mencari petanda (marker) suatu senyawa. Dengan memanfaatkan enzim, keberadaan suatu senyawa petanda yang dicari dapat diketahui dan diukur berapa jumlahnya. Pengukuran dengan enzim memberikan hasil yang sangat khas dan lebih spesifik dibandingkan dengan pengukuran secara kimia, mampu digunakan untuk mengukur kadar senyawa yang jumlahnya sangat sedikit, serta praktis karena kemudahan dan ketepatannya dalam mengukur 2.

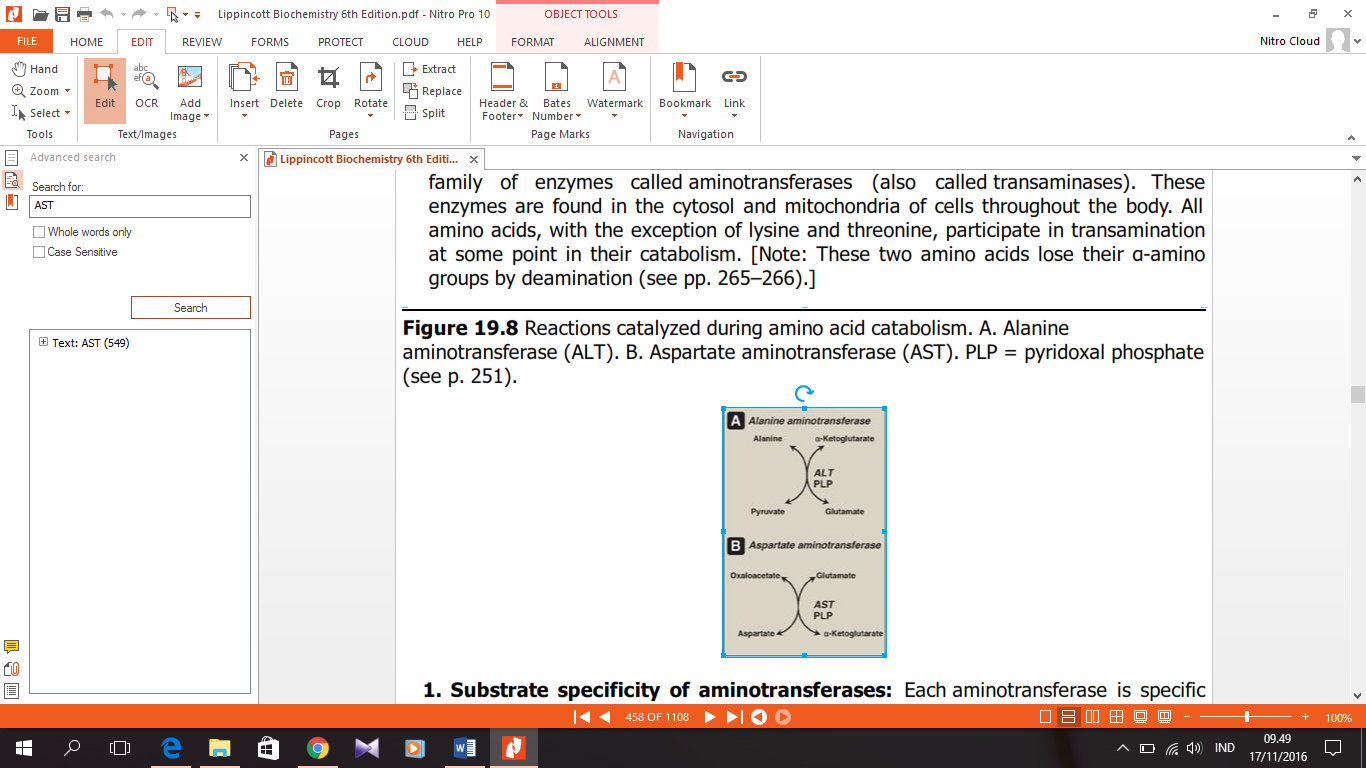
Pemanfaatan enzim dalam pengobatan meliputi penggunaan enzim sebagai obat, pemberian senyawa kimia untuk memanipulasi kinerja suatu enzim dengan demikian suatu efek tertentu dapat dicapai (enzim sebagai sasaran pengobatan), serta manipulasi terhadap ikatan protein-ligan sebagai sasaran pengobatan. Penggunaan enzim sebagai obat biasanya mengacu kepada pemberian enzim untuk mengatasi defisiensi enzim yang seyogyanya terdapat di dalam tubuh manusia untuk mengkatalis rekasi-reaksi tertentu 2.

Keadaan normal terdapat keseimbangan antara pembentukan enzim dengan penghancurannya. Apabila terjadi kerusakan sel atau peningkatan permeabilitas membran sel, enzim akan banyak keluar ruang ekstra sel dan kedalam aliran darah sehingga dapat digunakan sebagai sarana untuk diagnostik penyakit tersebut. Karena itu kadar enzim baik dalam plasma, urin dan darah dapat menjadi petanda mengenai penyakit tertentu 1,2.

# **Enzim Aminotransferase pada penyakit DBD**

Enzim ini ditemukan dalam sitosol dan mitokondria dari sel-sel di seluruh tubuh. Semua asam amino, dengan pengecualian dari lisin dan treonin, berpartisipasi dalam transaminasi di beberapa titik dalam katabolisme mereka 3.

Semua aminotransferase memerlukan koenzim piridoksal fosfat (turunan dari vitamin B. Aminotransferase bertindak mentransfer gugus amino dari asam amino ke bagian piridoksal dari koenzim untuk menghasilkan fosfat pyridoxamine. Pyridoxamine dari koenzim kemudian bereaksi dengan asam α-keto untuk membentuk asam amino. Gambar 1 menunjukkan dua reaksi ini komponen untuk reaksi dikatalisis oleh AST. Enzim aminotransferase biasanya terdapat intraseluler, dan dalam jumlah yang rendah ditemukan di plasma akibat pelepasan isi sel selama pergantian sel normal. Kadar enzim yang meningkat menunjukkan kerusakan sel kaya enzim ini. Misalnya, trauma fisik atau proses penyakit yang menyebabkan lisis sel, mengakibatkan pelepasan enzim intraseluler ke dalam darah 3.



Gambar 1 Reaksi katabolisme katalisis asam amino katabolisme.

A. Alanine aminotransferase (ALT). B. Aspartat aminotransferase (AST). PLP = piridoksal fosfat (Ferrier, 2014).

Reaksi aminotransferase penting dikatalisasi oleh dua enzim yaitu Serum transaminase yaitu AST (Aspartate Amino Transferase) atau SGOT (Serum Glutamic Oxaloacetat Transaminase) dan ALT (Alanine Amino Transferase) atau SGPT (Serum Glutamic Pyruvate Transaminase)3.

## **Alanine Amino Transferase (ALT)**

ALT terdapat dalam banyak jaringan tubuh. Enzim ini mengkatalisis transfer gugus amino dari alanin ke alfa-ketoglutarat, mengakibatkan pembentukan piruvat dan glutamat. Reaksi ini terjadi secara reversibel. Namun, selama katabolisme asam amino, enzim ini (seperti kebanyakan aminotransferase) berfungsi secara langsung mensintesis glutamat 3. ALT lebih cepat dibebaskan dari hepatosit ke dalam darah dalam keadaan akut 4.

## **Aspartate Amino Transferase (AST)**

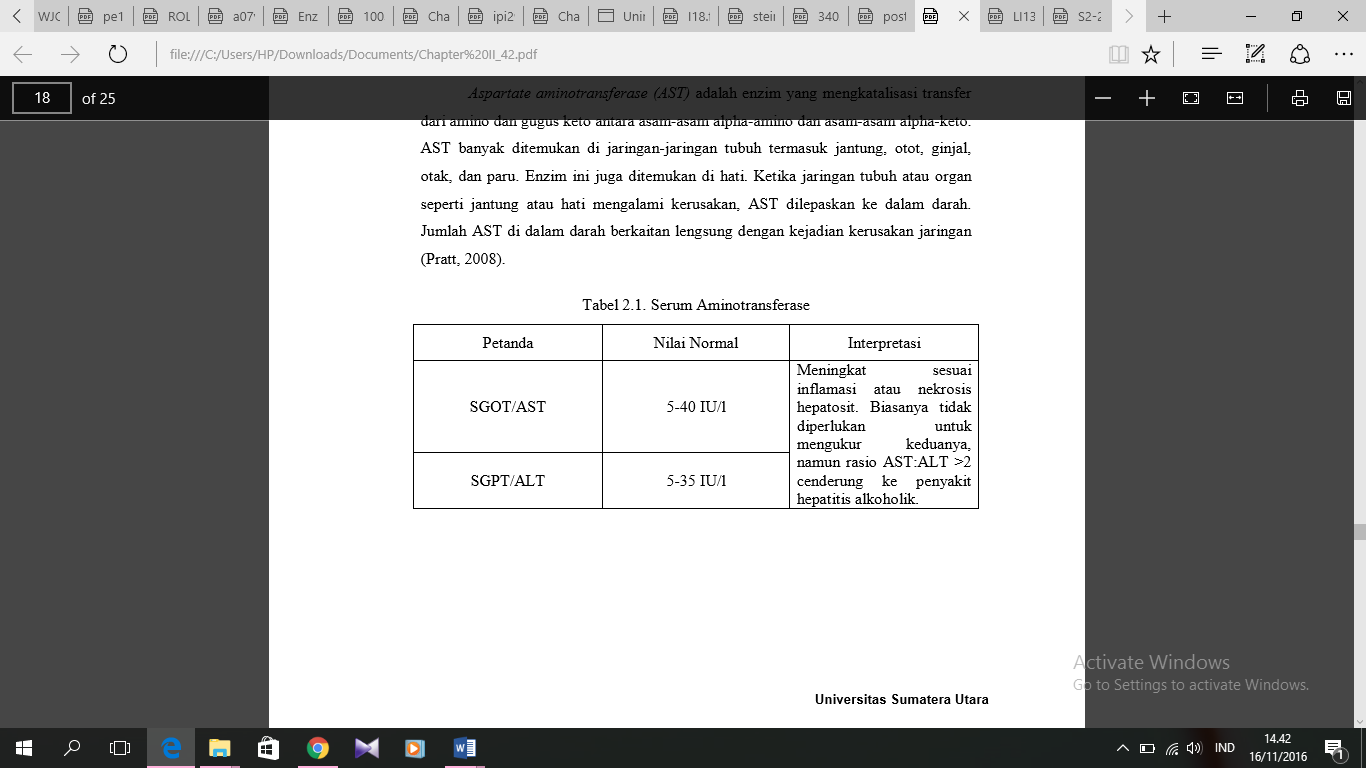
AST merupakan enzim mitokondria yang berfungsi mengkatalis konversi aspartat dan alfa-ketoglutarat menjadi oksaloasetat dan glutamat. Enzim AST tidak spesifik sebagai indicator disfungsi hati karena banyak juga ditemukan pada otot rangka, pankreas, jantung dan ginjal. Kadar enzim AST akan meningkat apabila terjadi kerusakan sel yang akut seperti nekrosis hepatoseluler seperti gangguan fungsi hati dan saluran empedu, penyakit jantung dan pembuluh darah, serta gangguan fungsi ginjal dan pankreas. Enzim ini juga ditemukan di hati. Ketika jaringan tubuh atau organ seperti jantung atau hati mengalami kerusakan, AST dilepaskan ke dalam darah. Jumlah AST di dalam darah berkaitan lengsung dengan kejadian kerusakan jaringan5.

**Biomarker Infeksi Dengue**

Demam dengue/DF dan demam berdarah dengue/DBD (dengue haemorrhagic fever/DHF) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue dengan manifestasi klinis demam, nyeri otot dan/atau nyeri sendi yang disertai lekopenia, ruam, limfadenopati, trombositopenia dan diathesis hemoragik. Selain gejala tersebut, gejala lainnya yang timbul adalah terjadinya hepatomegali/ pembesaran dari organ hati 6. Sel hepatosit merupakan target utama dari virus dengue. Virus dengue dapat bereplikasi didalam sel hepatosit. Replikasi virus akan mengaktifkan faktor transkripsi, menghasilkan chemokin dan menginduksi apoptosis. Selanjutnya sel NK (natural killer) dan limfosit akan menuju ke hepar yang mengalami inflamasi. Serum transaminase mengalami peningkatan pada pasien dengan infeksi virus dengue dan terdapat korelasi antara peningkatan kadar AST dengan manifestasi perdarahan. Infeksi virus dengue yang mengakibatkan kerusakan pada sel hepar akan mengakibatkan kadar AST lebih tinggi daripada kadar ALT dengan rasio 1-1,5 7.

Dalam pemeriksaan kadar enzim transaminase ada beberapa hal yang harus diperhatikan seperti menghindari latihan fisik yang berat sebelum dilakukan pengambilan darah, dan menghindari mengkonsumsi obat atau zat yang dapat mempengaruhi kadar enzim transaminase meningkat seperti salisilat dan alkohol, hindari sampel yang hemolisis karena dapat menyebabkan hasil kadar enzim transaminase meningkat palsu. Pada saat pengambilan darah pada area yang terpasang jalur intra – vena dapat menurunkan kadar, serta trauma pada proses pengambilan darah akibat tidak sekali tusuk atau beberapa kali tusuk dapat meningkatkan kadar enzim transaminase4.

**Nilai Normal dari serum Transaminase5**



# **Enzim pankreas pada pankreatitis akut**

Biomarker untuk kelainan pankreatitis akut adalah enzim amilase lipase dan tripsinogen. Amilase bekerja dengan menghidrolisis karbohidrat dan membentuk gula sederhana, sedangkan lipase bekerja meghidrolisis lemak membentuk asam lemak. setelah diubah menjadi bentuk sederhana, maka zat tersebut dapat diabsorbsi di usus halus. Terdapat tiga enzim yang berasal dari sel-amilase asinar pankreas yang dapat digunakan sebagai penenda biokimiawi dari penyakit pankreatitis akut, yaitu amilase, lipase, dan proenzim, tripsinogen. Ketiga enzim tersebut teruji secara klinis dan sering digunakan dalam praktek klinis untuk mendiagnosis penyakit tersebut8.

# **Enzim Amilase**

Amilase adalah hidrolase glikosida terutama diproduksi di pankreas dan kelenjar ludah dan dalam jumlah yang sangat kecil di jaringan lain. Enzim amilase dapat menjadi penanda biokimia yang paling umum digunakan untuk diagnosis pankreatitis akut, tetapi sensitivitas berkurang dengan terjadinya hipertrigliseridemia, dan alkoholisme kronis. Pankreatitis akut biasanya ditandai dengan nyeri hebat pada perut bagian atas yang menyebar ke punggung dan disertai dengan mual dan muntah 9.

Pada pankreatitis akut, tingkat darah amilase meningkat dengan cepat dalam waktu enam jam dari onset penyakit, waktu paruh 10-12 jam, tetap tinggi selama 3-5 hari, dan akhirnya diekskresikan oleh ginjal. Setelah mencapai tingkat puncak, berikutnya amilase serum kembali ke level normal, namun hal ini tidak berhubungan dengan resolusi gejala klinis. Peningkatan kadar amilase serum juga dapat ditemukan pada keadaan inflamasi intraabdominal lain dan gangguan saliva serta pada pasien yang memiliki penurunan klirens ginjal 9.

Macroamylasemia adalah suatu kondisi di mana amilase tetap terikat dengan imunoglobulin atau polisakarida untuk membentuk kompleks dengan berat molekul besar yang mengarah ke peningkatan kadar serum amilase . Hipertrigliseridemia kompetitif mengganggu uji amilase, sehingga pada pasien ini akan dijumpai nilai negatif palsu (kadar amilase yang rendah). Sensitivitas dan spesifisitas amilase sebagai uji diagnostik untuk untuk mendiagnosis pankreatitis akut tergantung pada nilai ambang batas. Pada tingkat cut-off 1000 IU / L, memiliki sensitivitas sekitar 55-84% dan spesifisitas hingga 95% . Pembersihan enzim amilase melalui urin meningkat 3 kali dalam waktu 1-2 minggu pada pasien dengan kondisi ginjal normal 10.

# **Enzim Lipase**

Lipase memiliki sensitivitas dan spesifisitas masing-masing adalah 80% dan 60%. Konsentrasi serum meningkat lipase dalam 3-6 jam dari onset penyakit dan puncak dalam waktu 24 jam. Berbeda dengan amilase, lipase diserap dalam tubulus ginjal dan tetap lama pada konsentrasi yang lebih tinggi, sehingga memberikan sensitivitas yang lebih besar pada pasien dengan manifestasi klinis yang terlambat 9.

Peningkatan kadarnya meningkat lebih lama yaitu 8-14 hari sehingga sensitivitas yang lebih besar. Kadar enzim lipase meningkat 4 kali lipat dari enzim amilase. Hipertrigliseridemia tidak mengganggu pengukuran laboratorium dari kadar lipase, tetapi obat-obatan seperti furosemid dapat meningkatkan aktivitas serum. Akurasi diagnostik lipase lebih baik dari pada amilase, dengan kadar ambang 600 IU / l, kebanyakan studi telah melaporkan spesifisitas di atas 95%, dan sensitivitas berkisar antara 55% dan 100% 8.

# **Tripsinogen**

Tripsinogen adalah zymogen enzim tripsin pankreas yang dibelah oleh enterokinase duodenum untuk menghasilkan enzim tripsin aktif dan tripsinogen peptida diaktifkan (TAP)8.

Tripsinogen terdapat dalam dua bentuk isoenzim utama, yaitu: tripsinogen-1 (kation) dan tripsinogen-2 (anion), konsentrasi serum terakhir di jauh lebih tinggi di pancreatitis. Pada pankreatitis akut, kadar tripsinogen 2 meningkat baik didalam serum maupun urin dalam waktu beberapa jam dan umumnya menurun dalam waktu tiga hari. Dalam sebuah studi prospektif dari 500 pasien berturut-turut dengan sakit perut akut di Helsinki, didapatkan hasil pemeriksaan tes dipstik tripsinogen 2 dalam urin positif pada 50 dari 53 pasien yang didiagnosis pankreatitis akut dengan sensitivitas 94% serta spesifisitas 95%8.

Biasanya tripsinogen (tripsinogen-1 dan tripsinogen-2) disekresi ke dalam cairan pankreas oleh sel-sel asinar, yang sejumlah kecil masuk ke dalam sirkulasi dan diekskresikan dalam urin. Pada pankreatitis jumlah besar enzim ini memasuki sirkulasi sistemik akibat peningkatan permeabilitas pembuluh darah dan meningkatnya pembersihan dalam urin . Sebuah metode dipstick yaitu memeriksa kadar tripsinogen dalam urin secara cepat pada pasien pankreatitis akut. Namun karena sensitivitas yang rendah tes ini jarang digunakan dalam praktek klinis 9.

TAP (Trypsinogen Activated Peptide) adalah peptide kecil dilepaskan selama proses aktivasi tripsinogen menjadi tripsin. TAP telah terbukti menjadi penanda yang sangat baik dari tingkat keparahan pada kasus pankreatitis akut. TAP diekskresikan dalam jumlah besar di urin dan cairan peritoneal. Kadar TAP meningkat di awal perjalanan penyakit dan mencapai nilai maksimal dalam waktu 24-48 jam. Suatu penelitian dengan metode meta-analisis dilakukan tentang peran TAP kemih untuk memprediksi tingkat keparahan pankreatitis akut, didapatkan hasilnya pemeriksaan ini memiliki tingkat sensitivitas 71% dan spesifisitas 75% dengan nilai *cut-off* 35 nmol / L. Ini menandakan menemukan TAP kemih dapat digunakan sebagai deteksi tingkat keparahan pankreatitis akut 9.

Pemeriksaan standar kadar serum amilase dan lipase dilakukan untuk diagnosis pankreatitis akut. Pemeriksaan kadar serum proenzim tripsinogen2 dilakukan untuk prediksi awal keparahan pankreatitis akut. Enzim Tripsinogen2 diekskresi dengan cepat melalui urin10.

**Enzim Urease**

Urease disebut juga urea amidohidrolases. Ureases merupakan enzim yang mengkatalis hidrolisis dari urea menjadi karbon dioksida dan ammonia11.

**Urea Breath Test**

Tes napas urea (UBT) adalah salah satu metode non-invasif yang paling penting untuk mendeteksi infeksi Helicobacter pylori. Tes mengeksploitasi hidrolisis oral urea oleh enzim urease, yang diproduksi dalam jumlah besar oleh *H. pylori*. Urea dihidrolisis menjadi amonia dan karbon dioksida, yang dialirkan ke dalam darah dan diekskresikan oleh paru-paru 11.

Urea Breath Test/ Test Napas Urea mengandalkan aktivitas urease H. pylori untuk mendeteksi keberadaan infeksi aktif. Dalam test ini, pasien yang diduga terinfeksi diberi urea berlabel C-14 atau urea berlabel C-13. Urea berlabel C-14 atau C-13 memiliki kelebihan bersifat non-radioaktif dan karenanya lebih aman untuk anak-anak dan wanita setelah melahirkan. Jika terdapat urease, maka akan terjadi penguraian urea menjadi ammonia dan karbon dioksida, karbon dioksida diserap dan akhirnya terekspirasikan di dalam napas, di mana senyawa ini akan terdeteksi 11.

Urea Breath Test memiliki sensitivitas dan spesifisitas lebih dari 90 %. Selain sangat bagus untuk mendeteksi infeksi aktif, test ini juga sangat bernilai untuk memastikan tidak adanya infeksi setelah pengobatan. Juga penting pada pasien dengan riwayat penyakit ulcus yang terkomplikasi yang disertai perdarahan atau perforasi. Jika pasien baru mengkonsumsi agen inhibitor pompa proton, antibiotik atau senyawa bismuth, Urea Breath Test bisa terbatas manfaatnya (hasilnya tidak sesuai dengan semestinya). Karena itu, pemeriksaan ini dapat dilakukan setidaknya dengan jarak 1 minggu antara penghentian konsumsi obat dan pemeriksaan *Urea Breath Test* dilakukan 4 minggu setelah pengobatan selesai (eradikasi). Pemeriksaan Urea Breath Test bersifat non invasif, tidak menggunakan bahan radioaktif, hasil cepat, praktis tanpa persiapan khusus dan tanpa efek samping. Pemeriksaan Urea Breath Test dapat dilakukan dengan menggunakan alat Infra Red Isotope Analyser (IRIS) untuk mendeteksi adanya H. pylori. Prosedur pemeriksaan dilakukan dengan cara meniupkan udara pernafasan kedalam kantong udara yang tersedia yang kemudian dihubungkan ke alat IRIS untuk mengetahui ada tidaknya H. pylori. Prosedurnya sederhana dan hasilnya cepat dengan waktu ± 30 menit. Non invasif karena tidak ada alat yang dimasukkan kedalam tubuh dan tanpa efek samping karena hanya menggunakan udara pernafasan11.

Selain memeriksa dari pernapasan pasien, uji urease pada pasien yang terinfeksi H. pylori juga dapat dilakukan uji urease yang dilakukan pada jaringan biopsi lambung. Uji ini akan memperlihatkan perubahan warna media yang digunakan akibat adanya peningkatan pH akibat hidrolisis urea oleh urease. Uji ini mempunyai nilai spesifisitas yang tinggi, tetapi sangat tergantung pada ketepatan pengambilan sampel jaringan. Nilai sensitivitas uji urease jaringan biopsi berkurang pada pasien yang mendapat proton pump inhibitor (PPI), antibiotik, atau bismut. Hal ini dapat disebabkan oleh berkurangnya jumlah bakteri, berpindahnya bakteri dari antrum ke korpus, atau terganggunya aktivitas urease. Oleh karena itu, pada pasien yang mendapat obat-obat tersebut, dianjurkan untuk dilakukan pengambilan jaringan biopsi selain di antrum juga di korpus lambung 11.

Pemeriksaan kombinasi antrum dan korpus menaikkan nilai sensitivitas. Pada keadaan demikian mungkin diperlukan uji diagnostik lainnya seperti histologi dan biakan. Pemeriksaan ini mempunyai nilai sensitivitas yang tinggi pada orang dewasa, namun hasil negatif palsu sering ditemukan pada anak. Hal ini mungkin disebabkan oleh koloni bakteri yang lebih sedikit pada anak. Uji ini merupakan pilihan pertama apabila dilakukan tindakan endoskopi. Pemeriksaan histologi dilakukan bila uji urease memberikan hasil negatif11.

# **Angiotensine Converting Agent (ACE) pada sarcoidosis**

ACE mengkonversi angiotensin I menjadi angiotensin II. Enzim ini membantu untuk mengontrol tekanan darah. Pengukuran kadar ACE dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit sarcoidosis. Kadar normal ACE dalam darah adalah 8-53 mikroliter pada orang dewasa 12.

Angiotensin Serum - converting enzyme (ACE) sering digunakan untuk mendiagnosis sarkoidosis. Sarkoidosis adalah suatu penyakit yang berhubungan dengan proses peradangan. Sarkoidosis dapat menyerang organ apa saja dari tubuh pada lokasi mana saja. Penyakit ini ditandai dengan adanya granuloma dan daerah kecil yang berisi sel-sel radang. Sarkoidosis bisa terdapat di bagian dalam tubuh dan bisa pula pada bagian luar tubuh. Tetapi sarkoidosis paling banyak ditemukan pada paru-paru.Liberman (1975) adalah orang pertama yang melaporkan bahwa ACE serum meningkat pada pasien dengan sarkoidosis. ACE adalah peptidase karboksi dipeptidyl, yang mengkatalisis konversi angiotensin I menjadi angiotensin II dan membantu metabolisme bradikinin. ACE ditemukan di paru-paru normal pada permukaan luminal sel endotel kapiler. Hal ini juga berasal dari sel-sel aktif epiteloid, sel-sel raksasa, makrofag alveolar dan fibroblast. Kadar serum ACE meningkat pada 60-80% pasien dengan sarkoidosis. Peningkatan kadar ACE tidak pernah melebihi dua kali lipat dari nilai normalnya 13.

Pemeriksaan enzim ini dapat menjadi acuan membedakan penyakit sarcoidosis dengan tuberkulosis paru. Sarkoidosis dan tuberkulosis memiliki banyak persamaan, baik dari segi manifestasi klinik dan radiologi. Hasil ACE pada pasien sarkoidosis secara signifikan lebih tinggi (> 100 IU/L) (Aysha H. Khan, 1998). Kadar serum ACE yang rendah pada pasien sarcoidosis menandakan bahwa terapi berjalan dengan lancar/ berhasil13.

**Procalsitonin pada sepsis**

Procalcitonin merupakan prohormon calcitonin, mengandung 3 fragmen, yaitu14:

1. Fragmen N terminal Aminoprocalcitonin (57 asam amino),
2. Calcitonin (32 asam amino) terletak pada pusat peptida, dan
3. Calcitonin carboxyterminal Peptide-1 (CC-1) atau katacalcin (21 asam amino) pada ujung terminal karboksil.

PCT sebagai petanda infeksi menampilkan siasat baru dalam mendiagnosis sepsis. PCT secara umum memberikan sensitivitas dan spesifisitas lebih baik daripada CRP untuk mendiagnosis infeksi dan merupakan petunjuk prognostik yang lebih baik dibandingkan dengan CRP Setelah rangsangan bakteri, kadar PCT meningkat lebih cepat dibandingkan dengan CRP. Kegunaan pengukuran serum PCT sebagai petanda infeksi adalah14:

1. PCT dapat membedakan antara infeksi dan non infeksi pada SIRS
2. PCT dapat membedakan antara sepsis bakteri dan virus
3. Cut off PCT memberikan sensitifitas dan spesifisitas optimum untuk mendiagnosis infeksi beragam dengan keadaan yang berbeda, 4) Pengaruh obat antimikroba,vasoaktif dll. terhadap PCT sangat rendah.

Peningkatan kadar PCT (hingga 5.000 kali lipat) dalam waktu 2 sampai 4 jam pada infeksi berat (sepsis) berlanjut sampai pemulihan. Pada infeksi lokal, tidak ada peningkatan kadar PCT, penurunan yang tajam kadar PCT terhadap terapi antibiotika tidak secara langsung menyatakan penghilangan infeksi, tetapi semata-mata merupakan tanggap sistemik yang terkendali. PCT diukur dalam serum menggunakan pemeriksaan imunoluminometrik. Pemeriksaan menggunakan dua antibodi monoklonal antigen- spesifik yang berdaya lacak pemeriksaan 0,1 ng/ml. Pada orang sehat kadar PCT < 0,1 mg/ ml dan meningkat pada penderita yang terinfeksi bakteri14.

**Kesimpulan**

Enzim merupakan biomolekul yang mengkatalis reaksi kimia, di mana hampir semua enzim adalah protein. Enzim mengkatalisis reaksi kimia substansi lain dengantidak merubah atau merusak reaksi ini. Enzim juga dapat digunakan sebagai biomarker atau penanda biokimia untuk penyakit tertentu. Marker ini digunakan secara luas untuk mendiagnosis suatu penyakit dan dapat juga digunakan sebagai penanda bahwa terapi yang dilakukan telah berhasil atau sesuai dengan indikasi penyakit.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Biochemical, W. (2015). *Spesificity of Enzyme In Introduction to Enzyme*. Diambil kembali dari KhanAcademy: <http://www.worthington-biochem.com/introbiochem/specificity.html>
2. Susantiningsih, T. (2014). Enzymes Functions In Metabolism. *Journal Majority, 1*.
3. Ferrier, D. (2014). *Lippincott's illustrated Reviews: Biochemistr* (6 ed.). Philadelphia: Lippincott William and Wilkins.
4. Kaleanalhalli, J. P. (2012). Keterlibatan Organ Hepar Dalam Penyakit Akibat Infeksi Virus Dengue Pada Pasien Anak/ pediatri. *Iran J Pediatri*, 231-236.
5. Pratt, D. (2008). Evaluation of Abnormal Liver enzyme Profile for The differential Diagnosis of Viral Hepatitis. 1266-1271.
6. Richard, S. (2004). *Tinjauan klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium.* Jakarta: EGC.
7. Jayanta, S. V. (2015). Dengue and Its Effects On Liver. *World journal Clinical Case*, 125-131.
8. Matull W. R, P. S. (2006). Biochemical Marker of Acute Pancreatitis. *Journal Clin Pathol*, 340-344.
9. Jansen, E. H. (2015). Role of Biomarkers In Diagnosis and Prognostic Evaluation of Acute Pancreatitis. *Journal of Biomarkers*.
10. Ahmed Z. Al-Bahrani, B. J. (2005). Clinical Laboratory Assessment of Acute pancreatitis. *Elsevier*, 26-48.
11. Aidil, A. (2011). Peerbandingan Kejadian Infeksi Helicobacter pylori pada Hiperemesis Gravidarum dengan Hamil Normal (Thesis). *Repository USU*.
12. Gurdesh S Bedi, R. S. (2004). Diagnosing Sarcoidosis: What is The Value Of A.C.E. *Lung India*, 39-40.
13. Aysha H. Khan, F. G. (1998). role of Serum Angiotensi Converting Enzyme in Sarcoidosis. *Journal Of Pakistan Medical Association*, 131-133.
14. Buchori, P. (2006). Diagnosis Sepsis MEnggunakan Procalsitonin. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 131-137.